


VFE
Allain



ENCYCLOPÉDIE-RORET

DESSIN LINÉAIRE

GÉOMÉTRIQUE.

Le mérite des ouvrag[illegible] de l'ins
alu les honneurs de la traduction, de l'ins
contrefaçon. Pour distinguer ce volume, il po
de l'Editeur.

MANUELS-RORET.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DE

DESSIN LINÉAIRE

GÉOMÉTRIQUE

A L'USAGE

DES JEUNES GENS QUI SE DESTINENT AUX TRAVAUX PUBLICS

Par M. Ed. ALLAIN,
Conducteur des Ponts et Chaussées.

> Les meilleurs traités sont ceux qui renferment le plus d'exemples et le moins de raisonnements.
>
> LACROIX, *Essais sur l'enseignement.*

OUVRAGE ACCOMPAGNÉ D'UN ATLAS RENFERMANT 20 PLANCHES GRAVÉES SUR ACIER.

PARIS
A LA LIBRAIRIE ENCYCLOPÉDIQUE DE RORET,
RUE HAUTEFEUILLE, 12.
1853.

INTRODUCTION.

ssin en général est l'art de représenter toutes sortes
; en imitant, à l'aide de simples lignes, leurs contours
ect sous lequel ils s'offrent à notre vue.

nnaissance du dessin est utile à toutes les classes de
té ; elle devient indispensable pour celle de ces classes
lonne aux travaux publics.

us les genres de dessin, celui qui reçoit l'application
fréquente, et que l'on doit considérer comme servant
luction à l'étude des autres genres, est le *Dessin li-*
C'est une sorte d'écriture nécessaire à l'Ingénieur qui
ın projet, à l'homme du monde qui doit en appré-
nérite, aux entrepreneurs et chefs d'ateliers chargés
rection des travaux, enfin aux ouvriers eux-mêmes qui
pelés à les exécuter.

ssin linéaire a pour objet principal de représenter les
ions des arts industriels et ne saurait s'appliquer aux
réguliers de l'Ornement et du Paysage. Etant tout de
n et exigeant une exactitude mathématique dans la
ion et les dimensions des diverses lignes dont il se
, on ne pourra l'étudier avec quelque avantage si
ore les principes généraux de la Géométrie sur les-
se base. *L'exposition* des principes les plus essentiels

de cette science fera donc le sujet de la première partie de cet ouvrage ; j'indiquerai dans la deuxième partie les divers procédés graphiques à l'aide desquels on parvient à construire un dessin, soit qu'on ne veuille qu'une simple copie du modèle donné, soit qu'on en veuille réduire ou augmenter les dimensions. Enfin j'essaierai de compléter mon travail en présentant sous la forme de *Notes* quelques documents pratiques et divers tracés dont la connaissance pourra être de quelque utilité aux hommes d'exécution auxquels ce manuel est particulièrement destiné.

Il me reste maintenant à indiquer les différents auteurs que j'ai dû consulter pour la rédaction de cet ouvrage :

La Croix, — Eléments de Géométrie ;
Ch. Dupin. — Géométrie des Arts et Métiers ;
Ed. Tudot, — Eléments de Dessin industriel ;
N. Berton, — Eléments de Dessin géométrique ;
Rondelet, — Traité de l'Art de bâtir ;
L.-L. Vallée, — Traité de Géométrie descriptive ;
L.-L. Vallée, — La Science du Dessin ;
L. Lalanne, — Un million de faits ;
C. Armengaud, — Cours de Dessin linéaire ;
Boutereau, — Manuel du Dessinateur ;
Toussaint, — Manuel d'Architecture ;
Tarbé, — Manuel des Poids et Mesures.

NOUVEAU MANUEL COMPLET

DE

DESSIN LINÉAIRE

GÉOMÉTRIQUE.

PREMIÈRE PARTIE.

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES DE GÉOMÉTRIE.

CHAPITRE PREMIER.

DÉFINITIONS GÉNÉRALES.

La *géométrie* est une science qui a pour objet la mesure de l'étendue : on distingue trois sortes d'étendue :

1° L'étendue en longueur, qu'on appelle *ligne ;*

2° L'étendue en longueur et en largeur, que l'on nomme *surface* ou *superficie ;*

3° L'étendue en longueur, en largeur et en hauteur, qu'on appelle *corps, volume* ou *solide.*

dans la pratique, on l'exprime par le p
qui est le plus petit objet que l'on puisse
a, fig. 1.

Les extrémités d'une ligne sont des p

On nomme *point d'intersection* le po
à deux lignes qui se coupent, fig. 2.

SECTION II.

DES LIGNES.

Une *ligne* doit être considérée comme
geur ni épaisseur; elle sert à indiquer la
lement.

On distingue en général trois espèces

Les lignes *droites*,

Les lignes mixtes peuvent aussi varier à l'infini ; elles composent de parties droites et de parties courbes, . 5.

§ 1. DES LIGNES DROITES.

La ligne droite étant définie le plus court chemin ur aller d'un point à un autre, il en résulte qu'entre ux points donnés, on ne peut mener qu'une seule ne droite.

On distingue, par rapport à leur position, trois es- ces de lignes droites :

La ligne *horizontale*,
La ligne *verticale*,
La ligne *oblique*.

La ligne horizontale est parallèle à l'horizon; elle pond au niveau d'une eau tranquille. Telle est la ligne *b*, fig. 6.

La ligne verticale est perpendiculaire à l'horizon; lle suit la direction suivant laquelle les corps pesants ombent lorsqu'ils sont abandonnés à eux-mêmes. Telle st la ligne *cd*, fig. 7.

La ligne oblique s'incline à droite ou à gauche par rapport à la verticale. Telles sont les lignes *ef*, *gh*, fig. 8.

D'où il suit :

Qu'un point suffit pour déterminer une horizontale.

Qu'un point suffit également pour déterminer une verticale;

Tandis qu'il faut deux points pour déterminer une oblique.

On appelle *ligne brisée* celle qui est composée de

que leurs points correspondants sont
tants et qu'elles ne se rencontrent po
distance qu'on les suppose prolongées.

Une ligne *ef*, fig. 12, est dite *perpen*
que, tombant sur une autre ligne *gh*,
ni à gauche ni à droite par rapport à cet

Il est bien important de ne pas conf
verticales avec les lignes *perpendiculai*
est toujours perpendiculaire à l'horizon
perpendiculaire sur une droite peut-être
rizontale. Ainsi, *ab* est perpendiculaire
lm est perpendiculaire sur *no*, quoiqu
cas la position des lignes *cd*, *no* soit dif

On trace les lignes droites sur le pa
d'une règle. Si, par exemple, il s'agit
une ligne par les points *a* et *b*, fig. 14,
règle bien dressée très-près et à égale

extrêmes de la ligne, puis l'élevant verticalement et le laissant retomber brusquement ensuite, il vient s'appliquer sur la surface et y laisse une trace blanche qui est la ligne droite dont il s'agit.

Sur le terrain, on trace les lignes droites au moyen de jalons, en opérant de la manière suivante :

Soit la ligne *a b*, fig. 15, qu'il s'agit de tracer. On place au point *b* un jalon que l'on rend aussi vertical que faire se peut au moyen d'un fil à plomb ; on place de la même manière un second jalon au point *a*. On fait placer ensuite un jalon intermédiaire au point *c*, de sorte qu'en appliquant l'œil le plus près possible du jalon *a*, le jalon *c* paraisse se confondre avec le jalon *b*. Tous les points *c'*, *c''*, *c'''*, *c''''*, déterminés de la même manière, appartiennent à la ligne *a b*.

§ 2. DES LIGNES COURBES.

Toute ligne qui n'est ni droite ni composée de lignes droites est une ligne courbe. La ligne courbe n'a jamais deux éléments ou parties de suite dans la même direction. On peut la considérer comme la trace d'un point en mouvement qui se détourne, dans le même sens, infiniment peu à chaque pas.

La *circonférence de cercle* est une ligne courbe *a b c*, fig. 16, dont tous les points sont également distants d'un point intérieur *d*, que l'on nomme *centre*. C'est la seule courbe susceptible d'être décrite par un mouvement régulier ou d'être tracée au compas.

Une portion quelconque *e f*, fig. 17, d'une circonférence s'appelle un *arc de cercle*.

On nomme *rayons* les lignes *r*, *r*, *r*, fig. 18, menées du centre à la circonférence. Comme d'après la définition, tous les points de la circonférence sont également éloignés du centre, tous les rayons d'une circonférence sont nécessairement égaux entre eux.

Toute ligne qui, comme *dd*, fig. 19, passe par le centre et se termine à la circonférence, se nomme *diamètre.*

On appelle *sécante* une ligne *ss*, fig. 20, qui coupe une circonférence en deux points, et *tangente*, une ligne *tt* qui n'a qu'un point de commun avec la circonférence. Ce point commun *c* se nomme *point de contact.*

Une ligne est *normale* à une circonférence lorsqu'étant prolongée, elle passe par le centre de la circonférence. Telles sont les lignes *nn*, fig. 21.

La *corde* d'un arc *abc*, fig. 22, est la ligne *ac* qui réunit ses points extrêmes.

On nomme *flèche* la ligne *bd*, fig. 22, élevée perpendiculairement sur le milieu de la corde et comprise entre la corde et l'arc.

Les arcs *cd*, *ef*, fig. 23, compris entre deux lignes parallèles *vx*, *yz* sont égaux entre eux.

Le rayon *r*, fig. 24, mené au point de contact *c* de la tangente *tt* est perpendiculaire à cette tangente.

Le point de contact de deux circonférences *c*, *d*, fig. 25 est sur la ligne *ab* qui joint leurs centres.

Des arcs *aa*, *bb*, *cc*, fig. 26, qui ont leurs centres sur une même ligne, ne se coupent pas. C'est sur cette propriété qu'est fondé le tracé des *spirales* et des diverses courbes appelées *ovales*, *anses de panier*, etc.

; tracé de ces courbes fait l'objet des notes A, B, C, 113, 118 et 119.)

centre d'un cercle *c*, fig. 27, le milieu d'un arc et le milieu de la corde qui le sous-tend sont sur ıême rayon *r* mené perpendiculairement à cette . Il en résulte que, connaissant trois points apnant à une circonférence, on peut toujours en ıver le centre et par conséquent la déterminer.

nomme *concentriques* les circonférences ou les ɪui sont décrits du même centre avec des rayons ents *a c*, *c b*, fig. 28; c'est le parallélisme des ı courbes.

r opposition, on nomme *excentriques* les circonces ou les arcs qui ont des centres différents. *c*, *d*, !9, sont des circonférences excentriques.

est convenu de partager toute circonférence de ; en 360 parties égales, auxquelles on a donné le de *degrés*. Le degré se divise en 60 parties égales 'on nomme *minutes;* la minute en 60 parties s que l'on nomme *secondes*, etc.

ur indiquer les degrés et les parties de degré on oie les signes abréviatifs suivants :

Pour les degrés °
Pour les minutes '
Pour les secondes ".

nsi pour marquer *quinze degrés quarante-cinq ıtes vingt-deux secondes*, on écrit 15° 45' 22".

ı a proposé aussi pour la circonférence une division 00 parties égales appelées *grades;* chaque grade vise en 100 *minutes*, chaque minute en 100 se-

bles à l'aide desqu
les *grades* en degrés *sexagésimau*
ment.

Les marins, pour les usages de la
la circonférence en 32 parties, que
ou *rumbs* de vent. Chacune de ces p
de 360°, c'est-à-dire qu'elle vaut 1

DEGRÉS sexagésimaux.	DIVISION centésimale	DEGRÉS sexagésimaux.	DIVISION centésimale.	DEGRÉS sexagésimaux.	DIVISION centésimale.	MINUTES sexagésimales.	DIVISION centésim.	SECONDES sexagésimales.	DIVISION centésim.
10°	11^{g}11' 11"1	70°	77^{g}77' 77"8	130°	144^{g}44' 44"4	10'	0^{g}18' 51"9	10"	0' 30"9
20	22.22.22.2	80	88.88.88.9	140	155.55.55.6	20	0.37.03.7	20	0.61.7
30	33.33.33.3	90	100.00.00.0	150	166.66.66.7	30	0.55.55.6	30	0.92.6
40	44.44.44.4	100	111.11.11.1	160	177.77.77.8	40	0.74.07.4	40	1.23.5
50	55.55.55.6	110	122.22.22.2	170	188.88.88.9	50	0.92.59.3	50	1.54.3
60	66.66.66.7	120	133.33.33.3	180	200.00.00.0	60	1.11.11.1	60	1.85.2

ertir la division centésimale de la circonférence en di

...vision sexagé- ...male.	GRADES.	DIVISION sexagé- simale.	MINUTES DÉCIMALES.	DIVISION sexagé- simale.	MINUTES DÉCIMALES.	DIVISION sexagé- simale.	SECONDES DÉCIMALES.
8°00'	120	108°00'	1	0' 32.4	20	10' 48"0	1
7.00	130	117.00	2	1.04.8	30	16.12.0	2
6.00	140	126.00	3	1.37.2	40	21.36.0	3
5.00	150	135.00	4	2,09.6	50	27.00.0	4
4.00	160	144.00	5	2.42.0	60	32.24.0	5
3.00	170	153.00	6	3.14.4	70	37.48.0	6
[illegible]	[illegible]	162.00	7	3.46.8	80	43.12.0	7

SECTION III.

DES ANGLES.

angle l'espace indéfini compris entre deux , fig. 30, qui se rencontrent en un point ıme *sommet* de l'angle. Tel est l'angle *a*, lignes *ab*, *ac*, qui en sont les *côtés*.

e est appelé :

lorsque ses côtés sont des lignes droites,

, lorsqu'ils sont formés de lignes courbes,

, lorsque l'un de ces côtés est une ligne re une ligne courbe, fig. 32.

ur d'un angle ne dépend pas de la lon- côtés, mais bien de l'inclinaison que ces n par rapport à l'autre au point de leur ır on peut prolonger indéfiniment en *d* et s de l'angle *bac*, fig. 33, sans, que pour inaison cesse d'être la même.

pour mesure l'arc de cercle compris en- et décrit de son sommet comme centre.

ue en général trois sortes d'angles :

droit.

aigu.

obtus.

oit *a*, fig. 34, est formé par deux lignes.

que pour former un angle droit.
fig. 37, est le complément de l'angl
On nomme *supplément d'un an*
que pour former deux angles droits
fig. 38, est le supplément de l'angl
Deux angles *a b c*, *e b d*, fig. 39,
sont égaux.
Deux angles *x*, *y*, fig. 40, qui
dans le même sens et leurs côtés pa
Pour mesurer ou pour construi
papier, on se sert d'un instrument
C'est un demi-cercle en corne ou e
conférence est divisée en 180°, fig
Soit, par exemple l'angle *a c d*,
terminer la mesure. On établira l
nière que le centre de l'instrument
ment au point *c*, et que le diamèt

pour construire sur le papier l'angle *a*, fig. 42, lonné de 29° 40', on décrit du point *a* comme et avec un rayon *a b*, le plus grand possible, ntim. par exemple, un arc indéfini ; puis du omme centre et avec un rayon égal à la valeur mée par la table, on décrit un autre arc qui premier en *c*; l'angle *b a c* est l'angle qu'il de déterminer.

n prend *a b* égal à 20, à 30 centim., etc., alors rs des cordes données par la table, prises dou-riples, etc., exprimeront en centièmes de mil-es longueurs du rayon *b c*.

eur 5120 (ou 0m.05120 pour un rayon de 0m.10) rde d'un angle de 29° 40', se trouve dans la a rencontre de la ligne horizontale, qui com-par 29 et de la colonne verticale en tête de la-st placé le chiffre 40'. Les parties proportion-es différences dans les colonnes *diff.* servent à les valeurs des cordes pour des angles compris eux de la table. Il eût été d'ailleurs inutile e la table des cordes au-delà du quart de la rence, car tout angle plus grand que 90°, a pplément un angle moindre que 90° et après nstruit le supplément on n'a qu'à prolonger un ir avoir l'angle lui-même.

ngles, sur le terrain, se mesurent au moyen trument que l'on nomme *graphomètre*, fig. 43. un demi cercle en cuivre, divisé comme le rap-en 180°. Le diamètre *a b* fait corps avec l'in-t, mais le diamètre *c d* que l'on nomme *alidade* assujetti que par le centre *o*, autour duquel il

par une vis de pression, il peut être ...
dans tous les sens, ou maintenu dans u...
rizontale.

TABLE des Cordes pour un rayon égal à 10,000.

D.	0'.	10'.	20'.	30'.	40'.	50'.	Diff.
0°	000	029	058	087	116	145	29
1	175	204	233	262	291	320	
2	349	378	407	436	465	494	
3	523	553	582	611	640	669	
4	698	727	756	785	814	843	
5°	872	901	931	960	989	1018	
6	1047	1076	1105	1134	1163	1192	
7	1221	1250	1279	1308	1337	1366	
8	1395	1424	1453	1482	1511	1540	
9	1569	1598	1627	1656	1685	1714	
10°	1743	1772	1801	1830	1859	1888	
11	1917	1946	1975	2004	2033	2062	
12	2091	2120	2148	2177	2206	2235	
13	2264	2293	2322	2351	2380	2409	
14	2437	2466	2495	2524	2553	2582	
15°	2611	2639	2668	2697	2726	2755	
16	2783	2812	2841	2870	2899	2927	
17	2956	2985	3014	3042	3071	3100	
18	31 9	3157	3186	3215	3244	3272	
19	3301	3330	3358	3387	3416	3444	
20°	3473	3502	3530	3559	3587	3616	
21	3645	3673	3702	3730	3759	3788	
22	3816	3845	3873	3902	3930	3959	
23	3987	4016	4044	4073	4101	4130	
24	4158	4187	4215	4244	4272	4300	28
25°	4329	4352	4386	4414	4443	4471	
26	4499	4527	4556	4584	4612	4641	
27	4669	4697	4725	4754	4782	4810	
28	4838	4867	4895	4923	4951	4979	
29	5008	5036	5064	5092	5120	5148	

Suite de la Table des Cordes pour un rayon égal à 10,000.

D.	0'.	10'.	20'.	30'.	40'.	50'.	Diff.
30°	5176	5204	5233	5261	5289	5317	
31	5345	5373	5401	5429	5457	5485	
32	5513	5541	5569	5597	5625	5652	
33	5680	5708	5736	5764	5792	5820	
34	5847	5875	5903	5931	5959	5986	
35°	6014	6042	6070	6097	6125	6153	
36	6180	6208	6236	6264	6291	6319	
37	6346	6374	6401	6429	6456	6484	
38	6511	6539	6566	6594	6621	6649	
39	6676	6704	6731	6759	6786	6813	27
40°	6840	6868	6895	6922	6949	6977	
41	7004	7031	7059	7086	7113	7140	
42	7167	7195	7222	7249	7276	7303	
43	7330	7352	7384	7411	7438	7465	
44	7492	7519	7546	7573	7600	7627	
45°	7654	7680	7707	7734	7761	7788	2
46	7815	7841	7868	7895	7922	7948	
47	7975	8002	8028	8055	8082	8408	
48	8135	8161	8188	8214	8241	8267	
49	8294	8320	8347	8373	8400	8426	
50°	8452	8479	8505	8532	8558	8584	2
51	8610	8636	8663	8689	8715	8741	
52	8767	8794	8820	8846	8872	8898	
53	8924	8950	8926	9002	9028	9054	
54	9080	9106	9132	9157	9183	9209	
55°	9235	9261	9287	9312	9338	9364	
	9389	9415	9441	9466	9492	9518	
	9543	9569	9594	9620	9645	9671	
	9696	9722	9747	9772	9798	9823	
	9848	9874	9899	9924	9949	9975	2

Table des Cordes pour un rayon égal à 10,000.

10'.	20'.	30'.	40'.	50'.	Diff.
10025	10050	10075	10101	10126	
10176	10201	10226	10251	10276	
10326	10351	10375	10400	10425	
10475	10500	10524	10549	10574	
10623	10648	10672	10697	10721	
10771	10795	10819	10844	10868	
10917	10941	10966	10990	11014	24
11063	11087	11111	11136	11160	
11208	11232	11556	11280	11304	
11352	11376	11400	11424	11448	
11495	11519	11543	11567	11590	
11638	11661	11685	11709	11732	
11779	11803	11826	11850	11823	
11920	11943	11966	11990	12013	
12060	12083	12106	12129	12152	23
12198	12221	12244	12267	12290	
12336	12359	12382	12405	12427	
12473	12496	12518	12541	12564	
12609	12632	12654	12677	12699	
12744	12766	12789	12811	12833	22
12878	12900	12922	12944	12966	
13011	13033	13055	13077	13099	
13143	13165	13187	13209	13231	
13274	13296	13318	13339	13361	
13404	13426	13442	13469	13490	21
13533	13555	13576	13597	13619	
13661	13682	13704	13725	13746	
13788	13809	13830	13851	13872	
13914	13935	13956	13977	13997	
14039	14060	14080	14101	14121	

33	5680	5708	5736	5764	579
34	5847	5873	5903	5931	595
35°	6014	6042	6070	6097	612
36	6180	6208	6236	6264	629
37	6346	6374	6401	6429	645
38	6511	6539	6566	6594	662
39	6676	6704	6731	6759	678
40°	6840	6868	6895	6922	694
41	7004	7031	7059	7086	711
42	7167	7195	7222	7249	727
43	7330	7352	7384	7411	743
44	7492	7519	7546	7573	760
45°	7654	7680	7707	7734	77
46	7815	7841	7868	7895	79
47	7975	8002	8028	8055	80
48	8135	8161	8188	8214	82
49	8294	8320	8347	8373	84
50°	8452	8479	8505	8532	85

Suite de la Table des Cordes pour un rayon égal à 10,000.

D.	0'.	10'.	20'.	30'.	40'.	50'.	Diff.
60°	10000	10025	10050	10075	10101	10126	
61	10151	10176	10201	10226	10251	10276	
62	10301	10326	10351	10375	10400	10425	
63	10450	10475	10500	10524	10549	10574	
64	10598	10623	10648	10672	10697	10721	
65°	10746	10771	10795	10819	10844	10868	
66	10893	10917	10941	10966	10990	11014	24
67	11039	11063	11087	11111	11136	11160	
68	11184	11208	11232	11556	11280	11304	
69	11328	11352	11376	11400	11424	11448	
70°	11472	11495	11519	11543	11567	11590	
71	11614	11638	11661	11685	11709	11732	
72	11756	11779	11803	11826	11850	11823	
73	11896	11920	11943	11966	11990	12013	
74	12036	12060	12083	12106	12129	12152	23
75°	12175	12198	12221	12244	12267	12290	
76	12313	12336	12359	12382	12405	12427	
77	12450	12473	12496	12518	12541	12564	
78	12586	12609	12632	12654	12677	12699	
79	12721	12744	12766	12789	12811	12833	22
80°	12856	12878	12900	12922	12944	12966	
81	12989	13011	13033	13055	13077	13099	
82	13121	13143	13165	13187	13209	13231	
83	13252	13274	13296	13318	13339	13361	
84	13383	13404	13426	13442	13469	13490	21
85°	13512	13533	13555	13576	13597	13619	
86	13640	13661	13682	13704	13725	13746	
87	13767	13788	13809	13830	13851	13872	
88	23893	13914	13935	13956	13977	13997	
89	14018	14039	14060	14080	14101	14121	

une longueur et une larg

On distingue principalement trois e

faces :

Les surfaces *planes*.

Les surfaces *courbes*.

Et les surfaces *gauches*.

Une surface plane est celle sur la appliquer exactement, et suivant une conque, une règle bien dressée *a b*, fi

Les surfaces courbes sont à *sim* *courbure*.

Les surfaces à simple courbure, so

La surface *cylindrique* sur laque fig. 45, peut s'appliquer dans toute sa des directions parallèles.

La surface *conique* sur laquelle un également dans t

eut, dans aucun cas, tracer deux lignes qui soient
llèles entre elles.

ne surface est déterminée lorsqu'elle est limitée
ous côtés par des lignes qui se rencontrent.

l faut au moins trois lignes droites, qui se coupent
x à deux pour déterminer une surface; ainsi la
re de trois côtés, est la plus simple de toutes, on
pelle *triangle;* celle de quatre côtés se nomme
drilatère. Enfin, on donne le nom générique de
gones, aux figures limitées par plus de quatre côtés.

a surface terminée par une circonférence se nomme
cle.

§ 1. DES TRIANGLES.

Un triangle, est une figure *abc*, fig. 48, qui a trois
és et trois angles.

Considéré relativement à ses côtés, un triangle est :

Equilatéral, si ses trois côtés sont égaux, fig. 48.
Isoscèle, si deux de ses côtés sont égaux, fig. 49.
Scalène, si ses trois côtés sont inégaux, fig. 50.

Considéré relativement à ses angles, un triangle est :

Rectangle, s'il a un angle droit, fig. 51.
Acutangle, s'il a trois angles aigus, fig. 52.
Obtusangle, s'il a un angle obtus, fig. 53.

On dit encore qu'un triangle est :

Rectiligne, s'il est formé de lignes droites;
Curviligne, s'il est formé de lignes courbes;
Mixtiligne, s'il est formé de lignes droites et de
nes courbes.

Dans un triangle quelconque *abc*, fig. 54, le côté

62, 63.

Deux triangles sont égaux, quand ils o

Un angle égal compris entre deux côté

Les angles égaux, chacun à chacun égaux ;

Un côté égal adjacent à deux angles ég

Enfin, les côtés égaux chacun à chacu

Il faut prendre garde de confondre *éga* *blables*. Le premier cas comporte toujou angles et des côtés, et le deuxième l'éga seulement. Ainsi les triangles *a b c*, *d e f* *égaux* et les triangles *g i h*, *k m l*, fig. *blables*.

§ 2. DES QUADRILATÈRES

On appelle *quadrilatère* une figure

glè dont les angles sont égaux et les côtés à deux, fig. 59.

)e ou *losange*, dont les quatre côtés sont s angles opposés égaux, mais non droits,

donne le nom de *parallélogrammes* aux uatre côtés, dont les angles opposés sont ; côtés opposés parallèles, fig. 61.

'e quadrilatère dont deux côtés seulement es, est un *trapèze*, fig. 62.

[uadrilatère quelconque, fig. 63, on nomme a ligne *a b*, qui joint le sommet de deux ›sés.

ɀonale décompose le quadrilatère en deux le quadrilatère est régulier, fig. 64, c'est- ı ses quatre côtés parallèles, deux à deux, iangles *a b c*, *a c d*, sont égaux. D'où l'on un triangle est la moitié d'un parallélo- même base et de même hauteur.

ur d'un parallélogramme est déterminée endiculaire *x y*, fig. 64, abaissée de la base ɀ *b*, sur la base inférieure *d c*.

§ 3. DES POLYGONES.

ne en général *polygone*, une figure dont le périmètre comporte plus de quatre côtés.

one est *régulier*, fig. 65, lorsque ses côtés et ses angles égaux.

régulier, fig. 66, lorsque ses côtés sont

L'hexagone en a six, fig. 69;
L'eptagone en a sept, fig. 70;
L'octogone en a huit, fig. 71;
L'ennéagone en a neuf, fig. 72;
Le décagone en a dix, fig. 73, etc.

On peut toujours faire passer une ci
cercle par tous les angles d'un polygone

Le côté de l'hexagone est égal au ra
qui lui est circonscrit; ainsi on forme u
portant six fois le rayon d'un cercle su
rence et en joignant par des lignes droit
division.

On nomme *figure inscrite* celle dont l
chent à la circonférence d'un cercle; ai
a b c, fig. 74, est inscrit dans le cercle *x y*

On appelle *figure circonscrite* celle
sont tangents à une circonférence de ce

§ 4. DU CERCLE.

: est une figure limitée par une circonfé-
peut le considérer comme un polygone ré-
nombre infini de côtés, fig. 77.
lle *segment* la partie d'un cercle comprise
c et sa corde, fig. 78.
r est la partie du cercle comprise entre deux
'arc limité par ses rayons, fig. 79.

SECTION V.

DES PLANS.

est la plus simple de toutes les surfaces : ce
ctérise, c'est qu'on peut y appliquer une li-
dans tous les sens.
ıppose généralement aux plans aucune gran-
ucune figure déterminée. On les suppose
finiment en longueur et en largeur sans au-
ˌeur.
le trois points non en ligne droite pour dé-
ı plan.
ıns qui ne se coupent point, quelle que soit
ıe, sont parallèles.
ıs sont déterminés par des plans diversement
ˌuivant la forme que ces corps affectent.
ˌction de deux plans ne saurait être qu'une
e. Telles sont en effet les arêtes des diffé-
ˌ polyèdres.

ligne verticale; mais

tient que deux points et qu'il en fau
miner un plan ; on conçoit facilemen
passer par une ligne verticale une in
ticaux.

Les plans horizontaux sont dét
droites horizontales qui se coupent.

Les plans inclinés sont ceux qui n
taux ni verticaux; les murs d'un
plomb, présentent de nombreux
verticaux; les planchers, les plafon
cheminées sont toujours des plans
que les toits présentent des plans d

L'intersection de deux plans ver
verticale. L'intersection d'un pla
plan quelconque est toujours une

Deux plans qui se coupent lais

SECTION VI.

DE LA REPRÉSENTATION DES OBJETS.

corps peuvent être représentés de deux ma- : soit en perspective, c'est-à-dire tels qu'ils nous sent être; soit par projection, c'est-à-dire tels sont réellement.

perspective ne donne qu'une vue qui rend à nos es objets tels que la nature nous les offre, mais imensions ni proportions réelles, puisque les ob- minuent ou grandissent à nos yeux, suivant que sommes plus ou moins éloignés.

perspective n'est donc utile, quant au dessin li- , que pour donner une idée générale des corps; ainsi qu'ils sont représentés dans les traités de trie.

s dans le dessin industriel qui est l'objet de notre j'ai cru devoir employer exclusivement la mé- des projections qui permet de représenter un avec ses proportions et dimensions exactes de sorte qu'on puisse au besoin l'exécuter en re-

Idée générale des Projections.

projection d'un point sur une ligne est le pied de pendiculaire abaissée de ce point sur cette ligne. projection d'un point sur un plan est le pied de pendiculaire abaissée de ce point sur ce plan.

La projection d'une ligne verticale sur un plan horizontal est un point.

La projection d'une droite sur un plan est une autre droite que déterminent les projections de ses points extrêmes. Si le plan sur lequel on projette cette droite lui est parallèle, elle s'y transportera de même grandeur; si le plan est oblique par rapport à cette ligne, elle s'y représentera en raccourci.

Deux lignes parallèles ont toujours des projections parallèles.

Deux lignes de différente longueur peuvent avoir la même projection horizontale; leur projection verticale fait alors connaître la différence qui existe entre leur dimension.

Une circonférence de cercle ou une courbe quelconque projetée sur un plan qui lui est parallèle s'y transporte de même forme et de même grandeur. Si le plan de projection n'est pas parallèle à celui de surface, le cercle s'y projette selon une ellipse, l'ellipse suivant une autre ellipse, etc. Il en est de même de toute surface déterminée.

Les objets que l'on a à représenter ayant presque toujours une position déterminée relativement à l'horizon ou à la verticale, il est naturel de les rapporter à des plans de projection horizontaux et verticaux. On nomme *projections horizontales* les projections faites sur des plans horizontaux : celles qui sont faites sur des plans verticaux s'appellent des *projections verticales*.

Dans les arts, on donne aux projections horizontales le nom de *plans*, et aux projections verticales celui *tions*.

ive encore très-souvent que pour donner une la disposition intérieure de l'objet que l'on re-.e, on le suppose tranché par un ou plusieurs ıarallèles aux plans de projection; on donne alors rojection qui en résulte le nom de *coupe*. Et ıe l'objet d'une coupe est de montrer clairement la n faite par le plan coupant, on suppose toujours a partie antérieure ou supérieure du corps coupé etranchée de ce corps, parce que sans cela cette ie cacherait la section qu'il importe de faire voir. en résulte que s'il s'agit du petit monument figuré 3, le plan, fig. 80, en représentera la disposition :izontale; les coupes, fig. 81, 82, la construction in-.ieure, et l'élévation, fig. 83, qui n'est que le résultat :s trois premiers, son aspect extérieur.

Les deux plans de projection se coupent ou se rencontrent suivant une droite horizontale qui est leur commune intersection et que l'on nomme *ligne de terre*, parce que dans les applications on prend le sol pour plan horizontal, et que cette droite représente le terrain sur le plan vertical.

Pour opérer sur une surface plane, telle qu'une feuille de papier, on suppose que le plan horizontal et le plan vertical ont été placés dans le prolongement l'un de l'autre, en faisant tourner celui-ci autour de la ligne de terre.

Lorsque des droites projetées, les arêtes d'une pyramide, par exemple, ne se trouvent pas dans une situation parallèle aux plans principaux de projection, ell sont représentées plus courtes qu'elles ne le sont ré lement. Alors pour avoir leur véritable longueur,

sur le papier, ou en grand sur une aire ou
mesures ou des formes d'un objet quelcon
réduite au 10e ou au 20e (0m.10 ou 0m.05
suffit ordinairement pour les objets peu
mais à l'égard des pièces d'un faible vol
celles des machines, les assemblages de ch
il devient indispensable de tracer l'épure
d'exécution.

SECTION VII.

DES CORPS OU SOLIDES.

On nomme *corps* ou *solide* ce qui r
dimensions, longueur, largeur et épaisse

Les solides sont terminés par des sur
par des surfaces courbes. Il faut au

a que cinq polyèdres réguliers ; ce sont :
tétraèdre dont les quatre faces sont des trian-
ux, fig. 85.
hexaèdre dont les six faces sont des carrés
ig. 86.
octaèdre dont les huit faces sont des triangles
fig. 87.
dodécaèdre dont les douze faces sont des pen-
égaux, fig. 88.
isocaèdre dont les vingt faces sont des triangles
fig. 89.
gard des projections de ces cinq polyèdres sont
leurs développements, c'est-à-dire que si l'on
t en carton mince des panneaux semblables à
res et que l'on assemble les divers polygones
se composent dans l'ordre indiqué par les
, on formera des solides creux qui seront la
ntation exacte des cinq polyèdres réguliers.

. On ne doit employer dans le tracé des figures
ntant des lignes ou des surfaces que des traits
force, mais dans le dessin des solides on doit
er par des traits plus prononcés les parties dans
, de celles qui se trouvent éclairées. Ces traits
n nomme *coups de force*, ont pour objet non-
nt de donner plus de ton au dessin, mais en-
faire reconnaître au premier abord si une
st en relief ou si elle est en creux. Ils servent
à indiquer si la figure à laquelle ils s'appliquent
projection horizontale ou une projection ver-

ppose que les rayons solaires éclairent les corps

ojections d'une pyrami

Il ne faudrait placer des coups de
mites des surfaces terminées par d
ou à vive arête. Cependant pour don
dessin, on s'écarte souvent de ce pri
généralement des coups de force aux
se prive ainsi du moyen de distingue
cylindre d'un prisme, un cône d'une
tant il faut que cet inconvénient soit
que la plupart des dessins géométriq
présentent des coups de force sur le

Pour l'intelligence des figures de
vantes, on remarquera :

1° Que les points correspondan
tions sont rattachés par des lignes

on distingue plus particulièrement les *prismes* et les *pyramides*.

Parmi les corps terminés par des surfaces courbes, on remarque principalement le *cylindre*, le *cône* et la *sphère*.

§ 1. DES PRISMES.

Un *prisme* est un corps dont les bases sont des surfaces égales et parallèles, et les autres faces des parallélogrammes.

La perpendiculaire abaissée de la base supérieure d'un prisme sur sa base inférieure en détermine la hauteur.

Un prisme est droit, fig. 90, lorsque toutes ses arêtes sont perpendiculaires à sa base; dans le cas contraire il est oblique, fig. 91.

On dit qu'un prisme est *triangulaire*, *quadrangulaire*, *pentagonal*, etc., selon que sa base est un triangle, un quadrilatère ou un pentagone.

Parmi les prismes quadrangulaires on distingue plus particulièrement le *cube* qui n'est autre chose que l'hexaèdre et le *parallélipipède*.

Le parallélipipède, fig. 92, est un solide dont les bases et par conséquent toutes les faces sont des parallélogrammes. Si la base est un rectangle, fig. 93, on l'appelle parallélipipède rectangle.

Dans un prisme droit, fig. 94, les sections *abcde* faites par des plans parallèles à la base sont égales à cette base.

Les sections faites par des plans inclinés, fig. 95, augmentent de superficie en raison de la plus grande inclinaison de ces plans.

On appelle *prisme tronqué*, fig. 96, celui dont on a enlevé la partie supérieure *abcdefg* en la coupant par un plan incliné à la base. Il diffère du prisme ordinaire en ce que les plans inférieur et supérieur qui lui servent de base, n'étant plus parallèles, les faces sont des trapèzes au lieu d'être des parallélogrammes.

§ 2. DES PYRAMIDES.

Les pyramides sont des solides compris sous plusieurs plans dont l'un que l'on nomme *la base b a*, fig. 97, est un polygone quelconque, et les autres qui sont des triangles, ont pour base les côtés de ce polygone et tous leurs sommets réunis en un seul point *s* que l'on nomme *le sommet* de la pyramide.

La perpendiculaire abaissée du sommet d'une pyramide sur sa base en détermine *la hauteur*.

Une pyramide est dite *triangulaire* si le polygone qui lui sert de base est un triangle ; *quadrangulaire* si c'est un quadrilatère, etc.

Lorsque la perpendiculaire, abaissée du sommet d'une pyramide sur sa base, passe par le centre de figure de cette base, la pyramide est droite, fig. 98. Elle est oblique lorsque la perpendiculaire tombe en dehors.

On dit qu'une pyramide est *tronquée* lorsque sa partie supérieure a été tranchée par un plan quelconque, fig. 99.

§ 3. DU CYLINDRE.

cylindre est un solide terminé par trois surfaces deux que l'on nomme *les bases* sont des cercles x et parallèles, la troisième surface est convexe, 00.

appelle surface *convexe* la surface extérieure d'un rond, et surface *concave*, sa surface intérieure. la surface extérieure d'un tube cylindrique est exe et sa surface intérieure est concave.

cylindre est droit lorsque la perpendiculaire abais-lu centre de la base supérieure tombe sur le centre a base inférieure; dans le cas contraire il est ue.

ns un cylindre droit, fig. 101, les sections faites les plans parallèles à sa base, sont des cercles *x* x à cette base.

s sections faites par des plans inclinés par rapport te base, sont des ellipses *y*, fig. 102, plus ou moins gées en raison de la plus ou moins grande inclinai-lu plan coupant.

§ 4. DU CÔNE.

cône est un solide produit par la révolution d'un gle rectangle *s a b*, fig. 103, que l'on imagine tour-autour du côté immobile *s a*. Dans ce mouvement té *a b* décrit un plan circulaire qui est la *base* du et l'hypothénuse *s b* en décrit la surface. Le point nomme le *sommet* du cône; la ligne *s a* l'*axe*, et la *s b* le côté ou l'*apothème*.

SECTION VIII.

DES MESURES.

Les mesures prennent des formes et des r férents, suivant l'espèce de grandeur à laque applique. Elles peuvent être classées ainsi qu

Les mesures des *longueurs;*
Celles des *superficies;*
Celles des *volumes.*

Il y a encore des mesures de *capacité* ou *tenance*, des mesures de *pesanteurs* et des *monétaires*; mais comme ces trois dernière se rattachent moins directement à notre sujet ferons l'objet de la *note G*, (*page* 130).

Les inconvénients de l'ancien système, co parties incohérentes et dont le défaut de liais tait dans les calculs une complication fatiguant depuis longtemps vivement sentis, lorsqu'en 17 démie des sciences fut chargée d'étudier un système de poids et mesures, plus en harm les besoins du commerce et de l'industrie. P une unité de mesure naturelle, invariable, renfermât rien d'arbitraire, l'Académie pro loi du 30 mars 1791 adopta pour base du système la grandeur du quart du méridien

Quoiqu'à partir de cette époque, le nouv tème métrique fût obligatoire dans les acte *anciennes* dénominations ont encore été

longtemps conservées. Ainsi, on appelait *toise*, une mesure de deux mètres; *pied*, une mesure égale au tiers du mètre; *livre*, un poids de un demi-kilogramme, etc.

Enfin, le décret du 12 février 1812, qui autorisait l'emploi de ces mesures et l'usage de ces dénominations a été abrogé par la loi du 4 juillet 1837, et à partir du 1er janvier 1840, tous les poids et mesures différents de ceux établis par les lois du 18 germinal an III et 19 frimaire an VIII, constitutives du système métrique décimal, ont été formellement interdits.

L'unité fondamentale des nouvelles mesures est le *mètre*, c'est la dix-millionième partie de la distance comprise entre le pôle terrestre et l'équateur.

L'unité de mesure est :

Pour les longueurs,	*Le mètre.*
Pour les superficies,	*L'are.* (Carré de 10 mètres de côté.)
Pour les volumes,	*Le stère* ou *mètre cube.* (Cube de 1 mèt. d'arête.)
Pour les capacités,	*Le litre.* (Vase cubique de 0m.10 d'arête.)
Pour les pesanteurs,	*Le kilogramme.* (Poids d'un litre d'eau distillée à la température de 4° centigrades.)
Pour les monnaies,	*Le franc.* (Pièce du poids de cinq gram. d'argent aux $^9/_{10}$ de fin.)

§ 1. DE LA MESURE DES LIGNES.

Mesurer une ligne, c'est déterminer combien de fois cette ligne en contient une autre prise pour unité de mesure.

Les mesures de longueur sont :

		mèt.	
Pour les petites distances.	*Le mètre,*	1.000.	
	Le décimètre,	0.100.	Dixième pa du mètre
	Le centimètre,	0.010.	Centième pa du mètre
	Le millimètre,	0.001.	Millième pa du mètre
Pour les opérations d'arpentage.	*Le décamètre,*	10.000.	Dix mètres.
	L'hectomètre,	100.000.	Cent mètres
Pour les grandes distances.	*Le kilomètre,*	1,000.000.	Mille mètre
	Le myriamètre,	10,000.000.	Dix mille m

Les lignes sur le papier, se mesurent à l'aide compas, en reportant la longueur qui se trouve en ses pointes, sur l'échelle dont le dessin doit touj être accompagné. Si le dessin est construit à l'éch de un centimètre pour un mètre et que la longu mesurée se trouve correspondre à cinq divisions l'échelle, il est évident que la ligne a cinq mètres longueur.

Nota. Si l'on mesure en ligne droite, sur une ca la distance d'un point à un autre, il faut augmente distance trouvée de *un cinquième* pour tenir com des sinuosités des routes.

Les lignes, sur le terrain, se mesurent avec la ch dite d'*arpenteur*. Elle est composée ordinairement cinquante chainons de 20 centimètres chacun, qui t une longueur totale de 10 mètres.

Si l'on veut opérer avec une grande précision, il faut renoncer à l'emploi de la chaîne que l'on ne peut tendre jamais assez fortement, pour que ses extrémités soient réellement distantes de 10 mètres, et se servir de règles en bois bien dressées, en suivant, comme avec la chaîne, des directions rectilignes et horizontales. Ces sortes de règles, fig. 109, auxquelles on donne habituellement 4 mètres de longueur sont munies d'un niveau, au moyen duquel on obtient la position horizontale, et de poignées *a b* pour en faciliter l'usage.

Le calcul montre que le poids d'une chaîne du genre de celle dont il vient d'être question, étant de 1 kilog.50 et les chaîneurs exerçant sur ses extrémités une traction de 5 kilogrammes chacun, les deux extrémités de la chaîne supposées sur une même horizontale, fig. 110, ne sont qu'à une distance de 9^{m}.962 l'une de l'autre. L'erreur résultant de la diminution horizontale de longueur, est plus considérable que celle qui résulterait d'un chaînage sur un plan incliné à 0^{m}.008 par mètre.

Table de réduction des toises et pieds en mètres et décimales du mètre.

TOISES.	MÈTRES.	TOISES.	MÈTRES.	PIEDS.	MÈTRES.	PIEDS.	MÈTRES.
	mèt.		mèt.		mèt.		mèt.
1.	1.94904	7.	13.64326	1.	0.32484	7.	2.27388
2.	3.89807	8.	15.59229	2.	0.64968	8.	2.59872
3.	5.84710	9.	17.54133	3.	0.97452	9.	2.92355
4.	7.79615	10.	19.49037	4.	1.29936	10.	3.24839
5.	9.74518	11.	21.43941	5.	1.62420	11.	3.57323
6.	11.69422	12.	23.38844	6.	1.94904	12.	3.89807

Table de réduction des pouces et lignes en centimètr
et millimètres.

POUCES.	CENTIM.	POUCES.	CENTIM.	LIGNES.	MILLIMÈT.	LIGNES.	MILLIM
	mèt.		mèt.		mèt.		mèt.
1.	0.02707	7.	0.18949	1.	0.002256	7.	0.0157
2.	0.05414	8.	0.21656	2.	0.004512	8.	0.0180
3.	0.08121	9.	0.24363	3.	0.006767	9.	0.020
4.	0.10828	10.	0.27070	4.	0.009023	10.	0.022
5.	0.13535	11.	0.29777	5.	0.011279	11.	0.024
6.	0.16242	12.	0.32484	6.	0.013535	12.	0.027

Valeur en mètres de diverses mesures itinéraires
nautiques.

		mè
Mesures itinéraires.	Une lieue de poste..	389
	Une lieue géographiq. de 25 au degré.	444
Mesures nautiques.	Une brasse (5 pieds).	1
	Une encâblure (120 brasses). . . .	19
	Un mille (un tiers de lieue).	185
	Une lieue marine de 20 au degré. . .	555

§ 2. DE LA MESURE DES SURFACES.

La mesure d'une surface s'obtient en détermi combien de fois cette surface en contient une *prise pour* unité de mesure,

Les mesures de surface sont :

[P]our [su]rfaces peu [éte]ndue.	*Le mètre superficiel*.. . .	(Carré de un mètre de côté).
	Le décimètre superficiel.	(Carré de dix centimèt. de côté.)
	Le centimètre superficiel.	(Carré de un centimèt. de côté.)
	Le millimètre superficiel.	(Carré de un millimètre de côté.)
[Po]ur [arpen]tage.	*L'hectare*.	(Carré de cent mètres de côté.)
	L'are.	(Carré de dix mètres de côté.)
	Le centiare.	(Carré de un mètre de côté.)

[Dan]s l'énonciation des quantités indiquant des su[perfic]ies, il ne faut pas confondre *un dixième, un cen[tième], un millième de mètre carré* avec *un décimètre, [un cen]timètre, un millimètre carré;* car un dixième [de mè]tre carré est la dixième partie du mètre, tandis [que le] décimètre carré n'en est que la centième; un [centiè]me de mètre carré en est la centième partie, [tandis] que le centimètre carré n'en est que la dix-mil[lième,] etc.

[Rap]ports des anciennes mesures de superficie aux nouvelles.

		mèt.
[Mesu]res [de p]eu [éten]due.	Une toise superficielle.	3.79874400
	Un pied superficiel.	0.10552100
	Un pouce superficiel..	0.00073278
	Une ligne superficielle.	0.00000508

en multipliant la base par la hauteur. Ainsi p
rallélogramme $a\,b\,c\,d$, fig. 111, on a $a\,b \times b$
ou 50m.00 × 30m.00 = 1,500m.00 ou 15 are

Et comme deux parallélogrammes de mên
de même hauteur sont égaux en superficie,
que l'on obtiendra la surface d'un parallé
quelconque $e\,f\,g\,h$, fig. 112, en multipliant l
par la hauteur $i\,k$ ou 42m,00 × 30m,00 = 1,2
12 ares 60 centiares.

Un triangle, étant la moitié d'un parallé
de même base et de même hauteur, on en
perficie en prenant la moitié du produit de la
tipliée par la hauteur. Ainsi, pour le triar

(1) Voici l'explication des signes abréviatifs employés
nairement en géométrie :

+ Signifie *plus* ou *ajouté avec*, ainsi on écrit : $a +$

113, on aura $\frac{ac \times bd}{2} = s$. Ou $\frac{45.00 \times 32,00}{2}$
1,440m.00 ou 14 ares 40 centiares.
Jne propriété remarquable du triangle rectangle, que le carré *z*, fig. 114, construit sur l'hypothée *a c*, est équivalent en surface aux carrés *x* et *y* struits sur les côtés *a b* et *b c*. L'examen seul de la ıre suffit pour se convaincre de cette vérité.
)eux triangles *a b c*, *a d c*, fig. 115, qui ont base le et hauteur égale, sont égaux en superficie.
'our avoir la surface d'un trapèze, il faut ajouter les ıx bases, prendre la moitié de cette somme et la ltiplier par la hauteur. On aura donc pour le trapèze *cd*, fig. 116, $\frac{ab + cd}{2} \times ef = s$; ou $\frac{50.00 + 37.00}{2}$
42.00 = 1,827m.00 ou 18 ares 27 centiares.
?our obtenir la surface d'un polygone quelconque *cd e*, fig. 117, il faut le décomposer en triangles, · des lignes menées d'un même point à chacun de angles. On calcule séparément chacun des triangles en réunissant tous les produits ou à la surface du ygone; ainsi on aura : $\frac{ac \times bf + ce \times gd + ca \times eh}{2}$
s.
Si le polygone est régulier, fig. 118, comme tous côtés sont égaux, et que les perpendiculaires abaisss du centre sur les côtés sont égales, on obtiendra ıs promptement la superficie, en multipliant la nme des côtés par la moitié de la perpendiculaire.
ı aura donc $fa + ab + bc + cd - de + ef \times \frac{gh}{2} = s$.

ase horizontale ne produit pas plus en gén
ase elle-même.

Le cercle pouvant être considéré comme
one régulier d'une infinité de côtés, il en ré
our avoir la surface d'un cercle x, fig. 11
e multiplier la circonférence *ccc*, par la
ayon *r*.

On obtient la circonférence, lorsque l'on
ayon, au moyen d'un rapport numérique tr
ui consiste à prendre les $\frac{22}{7}$ ou les $\frac{113}{355}$
nètre.

Le rapport 7 : 22 a été trouvé par Archimè

Le rapport 113 : 355, est dû à Adrien Méti
cile à retenir, car on l'obtient en écrivant
e suite chacun des trois premiers nombres
13, 355 et en séparant les six chiffres ainsi

·e de ce cercle, par 3.1415926 ou seulement par , si l'on n'a pas besoin de la plus grande exacti- . Ainsi pour la circonférence d'un cercle de 16m.00 amètre, on aura :

16m.00 × 3.14 = 50m.24.

›u bien :

16m.00 × 3.1415926 = 50m.2654816

. surface d'un cercle, est à celle d'un carré formé on diamètre comme 0.78539815 : 1 ; on en déduit autre manière d'évaluer la surface du cercle : iplier le carré du diamètre par 0.78539815 et re- :her huit décimales. Si l'on n'a pas besoin d'une grande exactitude, on peut multiplier seulement '.785 et retrancher trois décimales.

it, par exemple à déterminer la surface d'un cer- .e 20 mètres de diamètre ?

ı opérant de la première manière on aura :

:0m.00 × 3.1415926 = 62m.831852, circonfér. du cercle.

ısuite pour obtenir la surface :

;2m.831852 × 1/2 rayon ou 5m.00 = 314m.15926, surface du cercle.

ı opérant de la seconde manière on a :

20m.00 × 20m.00 = 400m.00, carré du diamètre ;
ı00m.00 × 0m.78539815 = 314m.15926, surf. du cercle.

ı obtient encore la surface d'un cercle en multi- t le carré du rayon de ce cercle par 3.1415926; , pour le cercle de 20m.00 de diamètre on aura :

ses bases x, fig. 126, est égale au produit
mètre de sa base par sa hauteur. Ainsi on a :
$+cd+da \times ef = S$.

La surface d'une pyramide, non compris c
base y, fig. 127, est égale au périmètre de c
multiplié par la moitié de la perpendiculaire
du sommet de la pyramide, sur un des côtés de

On a donc : $ab+bc+ca \times \frac{ef}{2} = S$.

La surface convexe d'un cylindre est égale
duit de la circonférence de sa base multipli
hauteur. Ainsi, on aura pour la surface du
fig. 128, $cirf \times ed = S$.

La surface convexe d'un cône, fig. 129, est
produit de la circonférence du cercle qui form
multipliée par la moitié de l'apothème ; on au
$cirf \times \frac{ed}{2} = S$.

La surface d'une sphère s'obtient en multipli
conférence d'un de ses grands cercles par son
voit d'après cela que la surface de la sphère e
la surface convexe d'un cylindre dont le diam
hauteur seraient égaux à l'axe de cette sphère
face d'une sphère est encore quadruple de celle
ses grands cercles.

La surface convexe d'une calotte sphérique,
est égale au produit de la circonférence d'u
cercle de la sphère à laquelle la calotte sphéri
partient, multipliée par la partie de l'axe qu
la hauteur de la calotte ; ainsi on a : $cirf \times g$
La surface convexe d'une zône, fig. 131, es

eur de cette zône, ou à la distance perpendicu-
ıtre les plans qui la déterminent ; multipliée par
ınférence d'un grand cercle de la sphère dont
ıne est une partie ; on aura donc $cirf \times ba = S$.

§ 3. DE LA MESURE DES VOLUMES.

té de mesure pour l'évaluation du volume des
est un cube de 1 mètre d'arête dit *mètre cube*.

tre cube se divise en 1000 *Dixièmes* (cube de dix centimètres d'arête).

ːième se divise en 1000 *Centièmes* (cube de un centimètre d'arête).

ıtième se divise en 1000 *Millièmes* (cube de un millimètre d'arête).

nesures pour les bois de charpente et autres,

ːastère. (Dix mètres cubes.)

re. . . (Un mètre cube.)

ːistère. (Dixième partie du mètre cube ou un mètre superficiel sur dix centimèt. de hauteur.)

rts des anciennes mesures cubiques aux nouvelles.

	mèt.
ise cube = ...	7.40389034300
d cube = ...	0.03427730000
uce cube = ...	0.00001983600
gne cube = ...	0.00000001148

Le volume d'un prisme est égal au produ
face de sa base multipliée par sa hauteur.

Le volume d'une pyramide est égal au
surface de sa base multipliée par un tier
teur.

Pour obtenir le volume d'un tronc de
bases parallèles, on multipliera la surfac
bases connues par la surface de l'autre et
la racine carrée du produit. Cette racine
moyenne. On ajoutera ensemble ces trois
multipliant la somme par le tiers de la hau
de pyramide, on obtiendra le volume cher

Soit par exemple un tronc de pyramid
laire dont la base inférieure a 4 mètres de
supérieure 2 mètres de côté, et dont la
mètre 50 centimètres, on aura :

Additionnant : Base inférieure. . 16.m00
Base moyenne. . 8 00
Base supérieure.. 4 00

a . . . . 28 00 $\times \frac{1.50}{3}$ = 14.00
lume du tronc de pyramide.

On opérerait de la même manière pour obtenir le lume d'un tronc de cône à bases parallèles.

Le volume d'un cylindre est égal au produit de la rface de sa base multipliée par sa hauteur.

Le volume d'un cône est égal au produit de la sur-e de sa base multipliée par un tiers de sa hau-ir.

Le volume d'une sphère est égal au produit de sa rface multipliée par un tiers de son rayon.

On trouvera dans ce qui précède, les notions de géo-trie nécessaires pour étudier avec quelque succès le ssin industriel, nous allons passer maintenant aux érations graphiques, bases de toute construction éaire.

SECTION I.

CONSTRUCTION ET DIVISION DES LIGN

1.

Par un point donné *c*, fig. 132, élever un
liculaire sur une ligne *a b*?

Du point *c* comme centre et d'une ouvertu
ɪas arbitraire, décrivez sur la ligne *a b* un ar
ɪui la coupe aux points *d*,*d*; de ces points pr
ivement pour centres et d'une ouverture d
lus grande que *d c*, décrivez deux arcs du
eur point d'intersection *i* appartiendra à la
ulaire demandée.

tats, c'est-à-dire des lignes que l'on se propose de déterminer, sera continu et large, telle est la ligne *ci*

3° Pour trouver la solution d'un problème, il faut souvent tracer des lignes qui n'ont d'autre but que celui de fournir les moyens d'obtenir les lignes ou les points que l'on cherche ; on les appelle pour cette raison *lignes de construction.* On les tracera toujours par une suite de traits interrompus par des points.

2.

D'un point donné *a*, fig. 133, abaisser une perpendiculaire sur une ligne *b c* ?

Du point *a* comme centre et d'une ouverture de compas arbitraire, décrivez un arc de cercle qui coupe la ligne donnée aux points *e*,*e* ; de ces points pris successivement pour centres décrivez deux arcs de cercle *x*,*y* ; leur point d'intersection *i* servira avec le point *a* à déterminer la perpendiculaire cherchée.

3.

Elever une perpendiculaire à l'extrémité *b*, fig. 134, de la ligne *a b*?

On prolongera la ligne en *c* et l'on opérera comme pour le problème 1. Si l'on ne pouvait prolonger la ligne, on emploierait un autre tracé qui sera indiqué par la suite.

4.

Par un point donné *a*, fig. 135, mener une paral
à une ligne *b c* ?

D'un point *d* pris arbitrairement sur la ligne *b c*,
crivez un arc de cercle qui passe par le point *a*
point *a* pour centre et avec la même ouverture de c
pas, décrivez un arc *de;* mesurez la corde du prer
arc *a f* et reportez-la sur le second de *d* en *e*, joigne
point *a* au point *e*, la ligne *ae* sera la parallèle
mandée.

Pour tracer des parallèles sur le papier on se
d'une règle et d'une équerre. Supposons qu'il s'ag
de faire passer par le point *p*, fig. 136, une parallè
la ligne *lh*, on posera l'équerre *E* de manière qu'ur
ses côtés *co* suive exactement la direction de *lh*.
placera ensuite la règle *R* contre le côté *c t* de l'éque
On appuiera fortement la main sur la règle de man
qu'elle ne puisse plus varier ; alors l'autre main
glisser l'équerre le long de la règle jusqu'à ce qu
côté *c o* vienne rencontrer le point *p*, puis on tra
une ligne *i k* qui sera la parallèle demandée.

Il ne faut pas oublier que ces méthodes abrégées
besoin d'être vérifiées de temps en temps par le tr
géométrique pour s'assurer de la rectitude des ins
ments.

Pour vérifier le parallélisme de deux lignes *a b*,
fig. 137, on les coupera par une troisième ligne
Si les angles *x* et *y* que cette ligne formera avec
droites ab, d c sont égaux, ces lignes seront parallè

5.

'ar un point donné *a*, fig. 138, mener une tangente
ıe circonférence de cercle *ccc*?

'n mènera, du centre au point *a*, un rayon que l'on
.ongera assez loin pour que l'on puisse sur ce rayon,
point *a*, élever une perpendiculaire *xy*. Cette per-
diculaire sera la tangente demandée.

6.

'ar un point *a*, fig. 139, pris en dehors d'une cir-
ıférence *bb* mener deux tangentes à cette circonfé-
ce?

oignez par une droite le point *a* au centre *o* de la
onférence. Sur cette ligne *a o* comme diamètre, dé-
ez une circonférence *co* qui coupe la première aux
its *i*, *i*. Tirez ensuite les lignes *ai*, *ai*, vous aurez
deux tangentes qu'il s'agissait de déterminer.

7.

lever une perpendiculaire à l'extrémité d'une ligne
l'on ne peut prolonger?

oit *ab*, fig. 140, la ligne donnée, et *a* le point sur
uel on veut élever une perpendiculaire. D'un point
lconque *o* pris en dehors de la ligne et d'une ouver-
ı de compas égale à *oa*, décrivez un arc de cercle
qui coupera la ligne donnée au point *i*. Par le point
le centre tirez une ligne que vous prolongerez jus-

Des points *a* et *c* comme centres et ave
plus grand que la demi-distance du point *a*
décrivez deux arcs de cercle qui se coup
tirez la ligne *d d*, cette ligne partagera l'ar
en deux parties égales.

9.

Par deux points donnés, *a*, *b*, fig. 142,
plusieurs arcs de cercle ?

Joignez les points donnés par une droit
milieu de cette droite élevez une perpend
Les centres de tous les arcs de cercle que v
faire passer par les points *a* et *b*, se trouv
ligne *x y*.

10.

11.

: un point donné y, fig. 144, pris à l'intérieur circonférence de cercle ccc, faire passer une circonférence qui soit en outre tangente à la pre- ; en un point donné x?

gnez le point y au point x et le point o, centre circonférence donnée également au point x. Sur lieu de xy élevez une perpendiculaire vw; le point cette perpendiculaire coupera la ligne ox sera le e de la circonférence cherchée.

12.

crire une circonférence de cercle qui touche en oint donné a, fig. 145, une autre circonférence et asse en outre par un point donné b?

r le centre o du cercle donné et le point a, menez droite infinie ox; joignez le point a au point b; milieu de ab élevez une perpendiculaire; le point cette perpendiculaire coupera la ligne ox sera le e de la circonférence qu'il s'agissait de dé-

13.

crire une circonférence qui touche en un point a, 146, une droite donnée bd, et qui passe en outre ın point donné c?

ır le point a élever une perpendiculaire $a'z$ et re le point a au point c. Sur le milieu de ac élever

Tracez une droite quelconque indéfinie sur $a z$ une partie $a b$ égale à x et une par à y. Prenez le milieu d de la ligne $a c$; comme centre et avec un rayon égal à $d a$ d demi-circonférence; la perpendiculaire con le point b, et la circonférence sera la moye tionnelle demandée.

15.

Partager une droite $a b$, fig. 148, en d égales ?

Du point a comme centre et avec un rayon que la moitié de $a b$, décrivez les arcs c, c; comme centre et avec le même rayon décri d, d qui couperont les premiers au point ligne $i i$, son point d'intersection k avec a

16.

iviser une droite en un nombre quelconque de par- égales ?

›it la ligne *ab*, fig. 149, à diviser en sept parties es. Par le point *a* menez une droite indéterminée fasse avec *ab* un angle quelconque; prenez sur *ad* parties égales quelconques *a* 1, 12, 23, 34, 45, 56, joignez le point 7 au point *b*, et par les points de sion 6, 5, 4, 3, 2, 1, menez des droites parallèles *b*; l'intersection de ces droites avec la ligne *ab* ıera les points de division que l'on se proposait de ırminer.

17.

iviser une droite *gl*, fig. 150, de la même manière ıne autre droite *bf* est divisée ?

n construira sur *bf* un triangle équilatéral *baf* en ıant *bf* pour rayon de deux arcs de cercle à décrire points *b* et *f*. Portant ensuite *gl* de *a* en *v* sur le *ab* et de *a* en *w* sur le côté *af*, on tirera *vw* égal . Les droites qui joindront les points de division , 3, 4 au point *a*, couperont *vw* en parties propor- nelles à celles de *bf*.

ı la ligne à diviser était plus grande que *bf*, *xy* par nple, on prolongerait indéfiniment les côtés *ab*, *af*, n opérerait en dessous de *bf* comme on a opéré en ıus pour la ligne *vw*.

18.

iviser une droite donnée *ab*, fig. 151, en moyenne xtrême raison, c'est-à-dire en deux parties *af*, *fb*

avec le rayon *cb*, prenez *af* égal à *a a*
divisée en moyenne et extrême raiso

SECTION II.

CONSTRUCTION ET DIVISION DE

19.

Par un point *a*, fig. 152, pris sur u
ner une autre droite qui fasse avec la
égal à un angle donné *c*?

Du point *c* comme centre et d'un
ce, décrivez un arc *ef*; du point *a* c
même rayon décrivez l'arc indéfi
corde de l'arc *ef* et reportez-la sur
tirez la droite *ai*, l'angle *iab* sera l'

20.

donné *c*. Par le point *a* menez *l z* parallèle à *e b'*, l'angle *l z d* sera l'angle demandé.

21.

Partager l'angle *b*, fig. 154, en deux parties égales?

Du point *b* comme centre et d'une ouverture de compas arbitraire, on décrira un arc *a c*. Des points *a* et *c* pris successivement pour centres, on décrira deux arcs qui se coupent au point *i*; on joindra le point *b* au point *i*, et l'angle proposé sera partagé par la ligne *i b* en deux parties égales.

En opérant sur les arcs *a d*, *d c* comme on vient de le faire sur l'arc total *a c*, on obtiendrait deux nouveaux points *e*, *e* qui serviraient à partager l'angle *b* en quatre parties égales, et ainsi de suite pour huit, pour seize parties, etc., etc.

22.

Partager en deux parties égales un angle dont le sommet est indéterminé?

Si le sommet de l'angle à partager était indéterminé, comme l'indiquent les lignes *v w*, *x y*, fig. 155, on opérerait de la manière suivante : on tirerait une droite quelconque *a b*, on partagerait en deux parties égales chacun des quatre angles intérieurs que forme *a b* avec les lignes *v w*, *x y* aux points *e* et *f*. La droite passant par les points d'intersection *c* et *d* des lignes de division, partage l'angle en deux parties égales, ainsi que l'on peut s'en convaincre en prolongeant les côtés de l'angle et la ligne *c d* qui le divise, jusqu'à leur commune rencontre en *g*.

SECTION III.

RACCORDEMENT DES LIGNES.

Le raccordement des lignes s'opère au moyen d'arcs de cercles tracés de manière que leurs points de jonction ne présentent ni coudes ni jarrets.

La construction des moulures employées par les architectes dans la décoration des édifices, présente de nombreux exemples de raccordement de lignes; ainsi, en traçant un *tore* une *baguette*, on raccorde des courbes avec des lignes droites, en traçant une *doucine*, un *talon* ou une *scotie*, on raccorde des arcs de cercle entre eux, etc.

(Le tracé et la désignation des moulures le plus généralement employées feront l'objet de la note H. *page* 135).

23.

Par un point donné *a*, fig. 156, faire passer un arc de cercle qui se raccorde avec l'extrémité *b* de la ligne *b d*?

Joignez le point *a*, au point *b*; sur ce point *b* élevez une perpendiculaire *b c*; sur le milieu de *a b* élevez également une perpendiculaire; le point d'intersection *i* de ces deux perpendiculaires sera le centre de l'arc cherché, et *i b* en sera le rayon.

24.

Raccorder deux droites convergentes *a b*, *c d*, fig.

;7, au moyen d'un arc de cercle qui ait sa naissance
ı point *e* de la ligne *a b*?

On figurera le prolongement des lignes données jus-
ı'à leur rencontre en *f*, et on partagera l'angle *f* en
ux parties égales par une ligne *fg*. L'intersection *i*
: cette ligne avec la perpendiculaire sur le point de
ccordement donné *e*, sera le centre de l'arc qu'il s'a-
ssait de tracer.

On opérera d'une manière analogue pour des droites
vergentes *a b*, *c d*, fig. 158, dont un des points de rac-
rdement est donné en *e* sur *a b*.

25.

Raccorder une droite *ab*, fig. 159, avec un arc de
rcle *c d* au moyen d'un second arc de cercle?

Soit le point de raccordement en *d* de l'arc donné
'; par le centre *o* de cet arc, menez un rayon *od* que
 us prolongerez indéfiniment en *x*; menez *ef* tan-
nte au point *d*; partagez l'angle formé par la tan-
nte et la ligne *a b* en deux parties égales par la li-
e *fy*; l'intersection *z* de cette ligne avec celle *o x* sera
centre de l'arc de raccordement demandé, et la ligne
! en sera le rayon.

On opérerait d'une manière analogue si l'arc et la
ne donnée étaient disposés comme l'indique la fi-
re 160.

26.

Raccorder deux arcs de cercle d'un rayon différent
moyen d'un troisième arc?

Soient *a b et cd*, *fig.* 161, les arcs à raccorder et le

point de raccordement donné en *e* sur l'arc *a b*. Menez par le point *e* et le centre *o* du premier arc, le rayon *e o* que vous prolongerez indéfiniment en *f*, portez le rayon *o' d'* du deuxième arc de *e* en *g*, par ce point et le centre *o'* du deuxième arc, menez *g o'* sur le milieu de laquelle vous élèverez une perpendiculaire *h i*; l'intersection de cette perpendiculaire avec *e f* sera le centre de l'arc de raccordement.

27.

Trouver deux arcs qui se raccordent entre eux et dont le premier soit tangent à une droite *a b*, fig. 162, au point *e*, et dont le deuxième soit également tangent à une droite *c d*, au point *f*;

Elevez aux points *e* et *f* deux perpendiculaires *e g*, *f h*, tirez la ligne *e f* que vous partagerez en deux parties égales sur le milieu desquelles vous élèverez deux perpendiculaires *x* et *y*. L'intersection *z*, *z'* de ces perpendiculaires avec les deux premiers *e g*, *f h* sera le centre des arcs de raccordement cherchés.

28.

Tracer un arc rampant de manière que le point de raccordement *e*, fig. 163, des deux arcs qui doivent le former soit situé sur la parallèle menée à égale distance des lignes *a b*, *g h*?

Par le point *d*, milieu de *a g*, menez *e d* parallèle à *a b*; prenez *d e* égal à *d a*; du point *e* abaissez *e c* perpendiculaire sur *a g*; par les points *a* et *g* élevez des perpendiculaires aux droites *a b* et *g h*; ces perpendi-

:ulaires rencontreront la ligne *ec* aux points *c* et *c'* qui seront les centres des arcs cherchés dont *cg* et *c'a* seront les rayons.

SECTION IV.

DIVISION DE LA CIRCONFÉRENCE.

On divise une circonférence en lui inscrivant des polygones réguliers d'un nombre de côtés égal à la division demandée.

29.

Inscrire dans une circonférence un polygone de 4, 8, 16, etc., côtés?

Un diamètre quelconque *ab*, fig. 164, partageant la circonférence en deux parties, il suffira, pour avoir la division en quatre parties, de tracer un second diamètre perpendiculairement au premier. Joignant deux à deux les points de division *a*, *b*, *c*, *d*, le carré inscrit sera déterminé.

La division en huit parties se déduit facilement de ce premier tracé. En effet, il suffit, pour l'obtenir, de partager les quatre angles au centre en deux parties égales par des lignes *x*, *y*. Les arcs *be*, *ed*, etc., seront la huitième partie de la circonférence, et leurs cordes les côtés de l'octogone inscrit.

Au moyen de la bissection successive des angles au centre, on obtiendra les polygones de 16, 32, 64, etc., côtés.

tant six fois le rayon de ce cercle sur
et en joignant par des droites les po
consécutifs, fig. 165.

Quant au triangle équilatéral inscrit,
réduction de l'hexagone en en joignan
les angles pris deux à deux.

La division en douze parties s'obtien
en deux parties égales chacun des
par les côtés de l'hexagone, et ains
division en 24, 48, 96 parties, etc.

31.

Inscrire dans une circonférence
10, 20, 40, etc., côtés ?

On trouvera d'abord le côté du d
dix fois sur la circonférence le seg

32.

Inscrire dans une circonférence un polygone de 15 côtés ?

Le côté du pentédécagone ou polygone de quinze côtés est égal à la différence *b c*, fig. 167, existant entre l'arc *ab* que sous-tend le rayon, et l'arc *ac* que sous-tend le côté du décagone régulier.

On voit, par ce qui précède, que l'on peut inscrire mathématiquement, dans une circonférence de cercle, les polygones réguliers dont le nombre de côtés est exprimé par les quatre séries :

3	6	12	24	48	96	192	384	768 etc.
4	8	16	32	64	128	256	512	1024 etc.
5	10	20	40	80	160	320	640	1280 etc.
15	30	60	120	240	480	960	1920	3840 etc.

Du reste, dès que le nombre des côtés devient un peu considérable et que les lignes sur lesquelles on opère ne sont pas trop grandes, il est avantageux d'avoir recours aux tâtonnements graphiques. Il en est même qui conduisent à une approximation suffisante dans la pratique, pour les polygones qui ne sont pas compris dans les quatre séries précédentes.

Ainsi le côté de l'heptagone régulier, fig. 168, est égal, à moins d'un millième près, à la moitié du côté *a b* du triangle équilatéral inscrit.

La petite table suivante sera très-utile pour construire divers polygones réguliers dans différents cas. Elle est extraite, ainsi que les précédentes, de l'ouvrage intitulé : *Un million de faits.*

…LEUR du …du cercle …nscrit, … côté … 10,000.	NOMBRE des côtés du polygone.	VALEUR du côté, le rayon du cercle circonscrit étant 10,000.	VALEUR du rayon du cercle circonscrit, le côté étant 10,000.	NOMBRE des côtés du polygone.	V… côté, … ci… éta…
…773	8	7654	13066	13	
…071	9	6840	14619	14	
…506	10	6180	16180	15	

Ces divers modes de division de la circonférence reçoivent, dans les arts industriels, de fréquentes applications, notamment dans la construction des machines, pour le tracé des roues à engrenages.

(Voir, au sujet des engrenages, la note J., *page* 140).

SECTION V.

CONSTRUCTION DES POLYGONES.

33.

Construire un triangle égal au triangle *a b c*, fig. 169 ?

Après avoir fait *de* égal à *ac*, on décrira des points *d* et *e* comme centre et avec des rayons égaux aux côtés *a b*, *cb* deux arcs *ff*; joignant ensuite leur point d'intersection *i* aux points *e* et *d*, on aura le triangle demandé.

On peut encore opérer de la manière suivante :

Après avoir fait le côté *d e*, fig. 170, égal au côté *a c*, l'angle *d* égal à l'angle *a*, l'angle *e* égal à l'angle *c*, on tirera les droites *d f*, *e g* que l'on prolongera jusqu'à leur rencontre en *h*. Le triangle *d h e* qu'elles formeront avec la ligne *d e* sera le triangle demandé.

Comme tout quadrilatère peut être décomposé par une diagonale en deux triangles, et que l'on vient d'expliquer le procédé graphique de leur construction, il est inutile d'entrer dans de nouvelles explications à ce sujet; il suffit de dire que l'on doit opérer pour les quadrilatères comme pour les triangles, en déterminant

x, fig. 171.

Menant les diagonales *di*, *df*, le pol
trouve décomposé en trois triangles, qu
facile de reconstruire en en mesurant l
côtés. Ainsi, commençant par le triang
le côté *ab* égal à *fi*, l'angle *a* égal à l
b égal à l'angle *f* et l'on aura l'un des
dont le polygone est formé. Opérant
analogue pour les deux autres, on obtien
y égal au polygone donné.

35.

Construire un polygone *x*, semblabl
donné *y*? fig. 172.

Il faut porter le côté du polygone
construire de *a* en *f*; mener les diag
par le point *f*, mener une parallèle au
sa rencontre avec la diagonale *ac* en *g*

36.

Construire un carré double d'un carré donné *abcd?* fig. 173.

Tirez la diagonale *cb;* sur cette diagonale construisez un carré *cefb.* Il sera double en surface du carré proposé, comme construit sur l'hypothénuse d'un triangle rectangle, dont les petits côtés sont ceux du carré donné.

Ce qui a lieu pour le carré construit sur l'hypothénuse, a lieu également pour tous les polygones réguliers. Ainsi le triangle *x*, fig. 174, est équivalent en surface aux deux triangles *yz;* l'hexagone *a*, fig. 175, est équivalent en surface aux deux hexagones *b*, *c*.

Nota. On remarquera, que pour parvenir à la démonstration graphique de la proposition relative aux polygones construits sur l'hypothénuse, il faut choisir le cas particulier du triangle rectangle, dont les côtés sont entre eux comme les nombres 3, 4 et 5. En effet

$$\left.\begin{array}{l}3 \times 3 = 9 \\ 4 \times 4 = \underline{16}\end{array}\right\} 25.$$

$$5 \times 5 = \ldots\ldots 25.$$

37.

Construire un cercle double d'un cercle donné *abcd?* fig. 176.

Tirez les deux diamètres *ac*, *bd* perpendiculaires l'un sur l'autre. Joignez le point *d* au point *a;* avec *da*,

pour rayon décrivez la circonférence *xxx*, elle déterminera le cercle cherché.

Le géomètre français Clairaut a trouvé une généralisation remarquable de la proposition relative au carré de l'hypothénuse. Elle consiste, en ce que si l'on construit deux parallélogrammes quelconques *abde*, *bcfg*, fig. 177, sur les côtés d'un triangle acutangle *abc*, que l'on prolonge les deux côtés *ed*, *fg*, de ces parallélogrammes jusqu'à leur rencontre en *h*; qu'après avoir tiré *hb*, on prenne sur son prolongement une distance *ik* égale à *hb*, et qu'on achève le parallélogramme *almc*, celui-ci sera équivalent à la somme des deux premiers.

Il suffira de jeter les yeux sur la figure 178, qui présente le cas particulier où le triangle est équilatéral et les deux parallélogrammes sont égaux et rectangles, pour se convaincre de l'exactitude de cette proposition.

38.

Construire un carré moitié plus petit que le carré *abcd*? fig. 179.

Tirez les deux diagonales *ac*, *db*; sur la moitié *ec* d'une de ces diagonales, construisez le carré *decf*, il sera moitié plus petit que le carré donné.

39.

Construire un carré équivalent en superficie à trois carrés donnés, *xyz*? fig. 180.

Menez deux droites indéfinies *ac*, *am*, qui forment

entre elles un angle droit. Portez le côté du carré *x* de *a* en *b*; portez le côté du carré *y* de *a* en *d*; joignez le point *b* au point *d*; le carré *b d v w*, construit sur *b d*, vaudra la somme des deux premiers carrés. Portez ensuite le côté du carré *z* de *d* en *o*, joignez le point *b* au point *o* et sur cette ligne *b o*, construisez le carré *b o p q*, il sera égal en superficie aux trois carrés donnés.

40.

Construire une figure *y*, fig. 181, semblable à une figure donnée *x*, dans un rapport donné; ici, par exemple dans le rapport de 3 : 4?

Menez une droite quelconque *a b*; divisez-la en autant de parties qu'il y a d'unités dans les deux termes du rapport, ici en 7. Sur la totalité de cette ligne décrivez une demi circonférence *a c b*; par le troisième point de division, menez une perpendiculaire 3 *d*; joignez le point *d* aux points *a* et *b*. Comme la figure que l'on cherche doit être plus petite que celle donnée *x*, on porte le côté *o s* sur la plus grande corde, c'est-à-dire de *d* en *f*; on mène *f g* parallèle à *a b*, ce qui détermine *d g* pour le côté du triangle cherché.

41.

Inscrire un octogone dans un carré *a b c d*? fig. 182.

Menez les diagonales *a c*, *b d*; de leur point d'intersection comme centre, et d'un rayon égal au demi-côté du carré, décrivez une circonférence *v x y z*; par les points *v*, *y*, faites passer deux parallèles à la diagonale

Divisez en deux parties égales deux ang
ques du triangle par des droites *a d*, *c e*; l
se couperont ces lignes, sera le centre du
ché et la perpendiculaire *fg* abaissée du po
des côtés en sera le rayon. Le centre et l
terminés, on décrira la circonférence du ce
tangent aux trois côtés du triangle *a b c*.

43.

Circonscrire une circonférence au ca
fig. 184.

Tirez les diagonales *a c*, *b d*; leur point
tion *i*, sera le centre du cercle cherché et l
gonale *i c* en sera le rayon.

SECTION VI.

DIVISION ET TRANSFORMATION DES POLYGONES.

45.

Partager un triangle en quatre parties égales en superficie?

Après avoir divisé la base *ab*, fig. 186, en quatre parties égales, on mène du sommet *c*, des droites aux points de division; les quatre petits triangles sont égaux en superficie, comme ayant base égale et hauteur égale.

46.

Diviser un triangle en trois parties égales en superficie, par des lignes partant des trois angles?

Il faut diviser la base *ac*, fig. 187, en trois parties égales; par le point 1 mener 1*d* parallèle à *ab;* diviser 1*d* en deux parties égales; joindre le point de division *x* aux trois angles du triangle par des droites *xa*, *xb*, *xc;* la division en trois parties égales en superficie sera effectuée.

47.

Partager un triangle *abc*, fig. 188, en trois parties égales en superficie, par des lignes parallèles à sa base?

Décrivez sur l'un quelconque de ses côtés, une demi-circonférence *cdeb*; divisez *cb* en trois parties égales, élevez à chaque point de division les perpendiculaires

égales en superficie?

Divisez la base inférieure en quatre parti[e]
Opérez de même sur la base supérieure. Jo[ignez les]
points de division par des droites 11, 22, 33[, le pro]blème sera résolu.

49.

Transformer un triangle quelconque *a b c*
en un triangle rectangle de même superficie?

Au point *a*, élevez une perpendiculaire *a*[...]
point *c* menez *e d* parallèle à *a b*; joignez le p[oint d'in]tersection *d* de ces lignes au point *b*, le tria[ngle rec]tangle *a d b* est déterminé.

50.

Transformer un triangle quelconque...

51.

ransformer un rectangle en un carré qui lui soit en superficie?

oit *abcd*, fig. 192, le rectangle à transformer, il t de trouver une moyenne proportionnelle entre sa et sa hauteur, cette moyenne proportionnelle sera oté du carré demandé. A cet effet, prolongez le *cd* d'une longueur *de* égale à la base du recle; sur le milieu de *ec* décrivez une demi-circonnce, prolongez le côté *ad* jusqu'à la rencontre de irconférence en *f*, la ligne *df* sera le côté du carré l s'agissait de déterminer.

52.

ansformer un triangle *abc*, fig. 193, en un carré ii soit égal en superficie?

cherche une moyenne proportionnelle *xy* entre teur *by* du triangle donné et la moitié *ay* de sa Cette moyenne proportionnelle est le côté du *xyz* égal en superficie au triangle *abc*.

53.

former un triangle scalène *abc*, fig. 194, en un équilatéral de même superficie?

, sur le côté *ac*, faire un triangle équilatéral olonger le côté *ai* jusqu'à la rencontre d'une au côté *ac* menée par le sommet de l'angle *b*

longer *a e* jusqu'à

la ligne *a e* sera le côté du triangle

gissait de déterminer.

54.

Transformer un pentagone *a b c d*
quadrilatère qui lui soit égal en sup

Prolongez un des côtés *a b* en *x*,
d b et par le point *c* menez *c y* para
nale. Joignez le point *d* au point d'
parallèle avec le prolongement du
latère *a y d e* sera équivalent en s
a b c d e.

Si le polygone avait un angle r
faudrait joindre, par une ligne
a,*b*; mener par l'angle rentrant

SECONDE PARTIE.

ÉLÉMENTS DE DESSIN LINÉAIRE.

CHAPITRE PREMIER.

DESCRIPTION DES INSTRUMENTS. — CHOIX DES FOURNITURES ET OPÉRATIONS PRATIQUES.

SECTION I.

USTENSILES ET INSTRUMENTS DU DESSINATEUR.

La table, fig. 197, doit être en rapport avec les travaux habituels du dessinateur. 2 mètres de long sur 1 mètre 10 centimètres de large sont une grandeur suffisante pour la majeure partie des dessins. La hauteur des tréteaux qui supportent la table doit être telle que l'on puisse commodément y travailler debout ; c'est la position la plus avantageuse et celle adoptée par la majeure partie des dessinateurs ; on peut d'ailleurs, en disposant les tréteaux comme l'indique la figure, l'abaisser à la hauteur d'une table ordinaire et y travailler assis.

Planchettes pour fixer le papier à dessiner. On les construit en bois blanc avec encadrements en chêne ;

[redacted]

leur grandeur est déterminée par celle du papier que l'on emploie le plus communément. Ces planchettes doivent être soigneusement assemblées et parfaitement dégauchies. On les remplace quelquefois par des cartons, mais alors il faut qu'ils aient une grande épaisseur; sans cette condition, le papier collé dessus les ferait gauchir de manière à en rendre l'emploi impossible.

Règles et équerres. Il faut choisir, pour les confectionner, le bois le plus sec Le pommier ou le poirie et en général les bois durs et sans fils, sont ceux qu l'on emploie de préférence. L'équerre ne devant servi que rarement à déterminer des perpendiculaires, i n'est pas aussi important qu'on le pense que le gran angle soit rigoureusement droit. On emploie particu lièrement l'équerre pour mener des parallèles à de lignes peu éloignées et dont la direction est exactement déterminée. Il suffit alors que les côtés de l'équerre ainsi que ceux de la règle contre laquelle ell doit glisser soient bien dressés.

Les équerres varient de dimension depuis six centimètres de côté jusqu'à vingt centimètres et au-delà. I est bon d'en avoir de différentes espèces et particulièrement celle dite à 45 degrés, fig. 198, qui a la form d'un triangle isoscèle et celle dite *à projeter*, fig. 199 qui est d'un usage très-commode surtout lorsque l'o se sert de la règle à T.

Cette règle dont l'emploi est aussi sûr qu'expédit pour mener des parallèles, est aujourd'hui presque généralement adoptée. Pour en faire usage il faut que le

:és de la planchette sur laquelle est collé le papier, ent parfaitement dressés; on y applique alors le T en le faisant glisser le long du côté gauche de la table contre lequel on a soin de le maintenir, on trace bord toutes les horizontales que comporte le dessin. passe ensuite aux verticales que l'on détermine, ainsi : l'indique la figure 200, au moyen de l'équerre à ıjeter que l'on fait glisser le long de la règle du T, ·ès, toutefois, avoir vérifié la précision de ces deux truments. Si l'on y remarque quelques inexactitudes ɔièce mobile du T permet toujours, en faisant varier ıgle qu'elle forme avec la règle, de rétablir la perıdicularité entre celle-ci et l'équerre. Quant aux iques, elles se tracent avec la règle et l'équerre oraires.

Double-décimètre. C'est un prisme triangulaire, de centimètres de longueur, divisé sur deux de ses faces centimètres et en millimètres. Il sert d'échelle pour :onstruction des dessins. Les double-décimètres sont inairement en buis, quelquefois en ivoire; ceux en ˊre sont d'un mauvais usage, ils salissent le papier moussent les pointes des compas.

Rapporteur. Nous connaissons déjà l'emploi de cet rument. On choisira de préférence un rapporteur corne; il sont plus commodes, à cause de leur transence, que ceux que l'on fabrique en cuivre.

Compas. Ces instruments, avec leurs pointes de renges, porte-crayon, tire-lignes, etc, sont ordinairent renfermés dans une boîte que l'on nomme cas:e de mathématiques. Le prix de ces cassettes varie

nière comme eux, il est for
75 centimètres à 1 mètre 20 centir
fig. 201, sur laquelle glissent de
portant les pointes, le porte-crayon
vis de pression permettent de fixer
déterminés par la longueur du rayo
que l'on doit tracer.

Le compas *à balustre* sert à tra
circonférences, opération presque
compas ordinaires.

Godets. Ce sont des petits vase
profonds et dans lesquels on délai
ou les couleurs pour la mise au tr

SECTION I

FOURNITURES US

mal collées qui s'opposent à la pureté du trait et qui s'emboivent lorsqu'on y applique une teinte. Il faut autant que possible, lorsque l'on emploie le papier à vergeure, construire le dessin de manière que les lignes droites, soit verticales, soit horizontales, soient parallèles aux vergeures du papier, car, en opérant autrement, il en résulte un désaccord désagréable qui ferait croire au premier abord que le dessin est mal construit.

On a remarqué que le papier conservé dans un endroit bien sec, augmentait de qualité en vieillissant.

Le degré de force du papier est ordinairement en rapport avec ses dimensions ; chaque dimension est désignée dans le commerce de la manière suivante :

Grand-Monde. . . .	1m.00	sur	1m.35
Grand-Aigle.	0 70		1 00
Colombier..	0 60		0 90
Jésus.	0 55		0 70
Raisin..	0 45		0 60
Carré.	0 40		0 55
Ecu..	0 40		0 50

Il est inutile de choisir la meilleure qualité de papier pour les exercices élémentaires, ce serait s'imposer une dépense inutile. Ce n'est que quand on aura acquis une certaine habileté que l'on pourra user de ce moyen pour obtenir une plus grande pureté dans les traits et dans les teintes.

Crayons. Les seuls crayons propres au genre de dessin dont nous nous occupons, sont ceux de mine de plomb dits *crayons conté*. Ils sont divisés en quatre

le crayon. Il faut la choisir
possible et c'est sur cette épaisseur
servir pour frotter légèrement les p
l'on veut faire disparaître.

Colle à bouche. On se sert de c
fixer le papier sur les planchettes
une seule plusieurs feuilles de papie

Eponge. L'éponge sert à humecte
veut fixer sur une planchette pour le

Encre de la Chine. L'encre de
être employée dans la mise au trait
ordinaire corrode les tire-lignes,
produit un dessin dur et d'un asp
essayer l'encre de la Chine, on f
dans un godet avec un peu d'eau
suite séparément le morceau d'
det. Si alors l'encre faite et le bo

Il faut encore ne pas manquer de bien essuyer le bâton après s'en être servi.

Couleurs. Les seules couleurs dont on fait usage dans la mise au trait sont le *carmin*, l'*indigo* et *la gomme-gutte ;* quelques dessinateurs emploient encore *le bistre* pour le tracé des ouvrages de terrassements.

SECTION III.

OPÉRATIONS PRATIQUES.

Fixer le papier à dessiner sur la planchette. Pour fixer sur la planchette une feuille de papier, on commence par en humecter le revers au moyen d'une éponge. Lorsque l'humidité aura également pénétré le papier, on retournera la feuille et on l'appliquera sur la planchette en ayant soin de laisser entre elles une feuille de papier blanc de quelques centimètres, moins grande que la première, afin d'avoir la facilité de coller au pourtour. On la fixe ensuite avec la colle à bouche en commençant par les quatre milieux, on passe après aux quatre angles et l'on finit par les points intermédiaires, jusqu'à ce que les bords de la feuille soient collés dans tout leur développement. On ne dessinera rien sur la feuille qu'elle ne soit entièrement séchée, car s'il en était autrement le crayon ne marquerait pas ou couperait le papier. Il faut bien se garder de faire sécher au feu ou au soleil une feuille que l'on vient de coller ; on s'exposerait par trop de précipitation à la faire décoller ou déchirer.

Le dessin achevé, il suffit pour l'enlever de dessus la planchette, de le couper avec un canif, à un centimètre du bord.

Réunir plusieurs feuilles de papier. Lorsque l'on a des dessins d'une certaine étendue à exécuter, il peut arriver qu'une feuille du plus grand papier soit insuffisante pour les recevoir; on en réunit alors plusieurs ensemble en opérant ainsi qu'il suit : On coupe au moyen d'un canif que l'on fait glisser le long d'une règle les bords des feuilles à réunir, de sorte que la lame pénètre au plus un tiers de l'épaisseur du papier. On déchire ensuite la partie que le canif n'a pas attaquée, de manière à former sur chaque feuille un chanfrein de 3 à 4 millimètres de largeur, puis on superpose les bords à joindre en ayant soin que les surfaces qui n'ont point été altérées, soient à l'opposé l'une de l'autre, et on les fait adhérer ensemble au moyen de la colle à bouche. Il faut encore que la feuille du dessus soit en bas si on les réunit dans le sens de la hauteur, et à droite si on les réunit dans le sens de la longueur. Il en résulte que le dessin, placé dans son jour, paraît être tracé sur une feuille unique, ce qui n'arriverait pas si les feuilles étaient disposées autrement, parce qu'alors chaque feuille porterait une petite ombre sur la feuille à laquelle elle est superposée.

On fabrique maintenant du papier de diverses dimensions en rouleaux de plusieurs mètres de longueur, l'emploi de ce papier pourra le plus souvent dispenser le dessinateur d'en réunir plusieurs feuilles ensemble.

Encollage des parties grattées. Quoique le grattage

doive toujours être évité dans tout dessin un peu soigné, si pourtant pour s'éviter la peine de recommencer un long travail, il fallait recourir à ce moyen de rectification, on opèrerait de la manière suivante : Après avoir gratté bien légèrement, et avec un grattoir bien affilé, l'endroit défectueux ou taché, on frotte vivement les parties grattées avec le revers d'un gant propre ou d'un morceau de peau blanche. On passe ensuite sur ces parties une couche d'eau pure fortement saturée d'alun et on laisse sécher. On peut alors refaire un trait ou poser une teinte sur le grattage ainsi opéré, sans craindre que le papier s'emboive ni se tache. Pour que l'encollage ne laisse pas de trace, il faut avoir soin d'en adoucir les bords avec un pinceau chargé d'un peu d'eau pure.

Il faut bien se garder d'employer sur les parties grattées la poudre que l'on nomme ***sandaraque***, elle produirait le plus mauvais effet.

On trouve actuellement chez les marchands de fournitures de dessin un encollage tout préparé, d'un prix modique, et qui produit un très-bon effet.

Coller les dessins sur toile. Quoique cette opération ne soit pas du ressort du dessinateur proprement dit, s'il arrivait cependant que l'on fût obligé de s'y livrer, voici comme on devrait opérer : On commence par humecter la toile sur laquelle doit être collé le dessin, puis on la tend fortement sur une planchette au moyen de clous très-rapprochés. Ensuite avec une brosse douce, on étend sur la toile une légère couche de colle faite avec de l'amidon et de l'eau. On incline la planchette et on commence par coller une bande de 4 à 5 centimètres de la partie supérieure du dessin et on co

CHAPITRE II.

DU DESSIN LINÉAIRE PROPREMENT

SECTION I.

PRINCIPES GÉNÉRAUX.

Des principes posés méthodiquement
tâtonnements pendant l'étude et font s
ment les difficultés qu'elle présente. N
conséquence, exposer sommairement l
qui doivent servir de guide da

On commencera par s'exercer à la construction des figures les plus élémentaires pour arriver par gradation aux dessins les plus compliqués. Les premiers exercices devront aussi être dessinés sur une grande échelle, parce que alors les moindres défauts de construction deviennent évidents.

Tout dessin sera construit au crayon d'abord : on ne le mettra au trait qu'après s'être assuré de l'exactitude de sa construction.

On commencera par tracer géométriquement une verticale et une horizontale qui diviseront la feuille sur laquelle on opère en quatre parties égales. Ces lignes auxiliaires que l'on nomme *directrices*, serviront de guides pour toutes celles qui devront leur être respectivement parallèles. On procédera ensuite à l'aide du compas, et avec toute la légèreté et toute la netteté possibles, au tracé de l'objet à représenter, en indiquant d'abord les lignes principales, les lignes d'axes, celles qui expriment les contours et les limites extrêmes, et on ne s'occupera des détails que lorsque l'on aura vérifié avec soin l'établissement des masses principales.

On devra éviter, en général, de vouloir du premier coup diviser une ligne en un trop grand nombre de parties égales. On obtiendra un résultat plus prompt et plus exact en opérant par subdivisions. De même, si l'on avait à porter sur une ligne une certaine quantité de parties d'égale dimension, il vaudra mieux porter d'abord sur cette ligne une longueur égale à la somme de ces parties, sauf à en faire ensuite la subdivision.

On ne doit jamais commencer la mise au trait que la construction au crayon ne soit totalement terminée et que l'on ait reconnu son exactitude. On procédera ensuite à la mise au trait, en commençant d'abord par les lignes les plus remarquables et continuant par celles qui le sont moins, sans considérer si ces lignes sont voisines les unes des autres, mais en ayant égard à leur ordre d'importance. Toutefois, en suivant cette marche, il sera bon de commencer à décrire les courbes et y joindre ensuite les droites auxquelles elles doivent se rattacher, attendu qu'il est presque toujours plus facile de partir d'une courbe avec une droite que de raccorder une courbe avec celle-ci.

Les coups de force ne se donneront qu'après l'achèvement entier de la mise au trait, parce que ces lignes, par leur épaisseur, donnent quelquefois le moyen de rectifier une ligne mal tracée.

On pourra, pour donner plus de ton à un dessin, se servir pour sa mise au trait d'encre plus ou moins foncée, suivant le degré d'importance des lignes dont il est composé. Les lignes les plus rapprochées de l'œil du spectateur devront être indiquées par l'encre la plus noire, de même qu'en peinture, les objets situés sur les premiers plans d'un tableau sont toujours plus fortement accusés et traités avec plus de détails.

Il est d'usage d'indiquer, par un trait *noir*, les ouvrages exécutés; par un trait *rouge*, les ouvrages projetés; par un trait *jaune*, les ouvrages à démolir. Les ouvrages souterrains sont indiqués par des lignes ponctuées noires, s'ils sont exécutés; rouges s'ils sont pro-

ès; jaunes s'ils doivent être supprimés. Les lignes au sont exprimées presque toujours par un trait *bleu*. Si le dessin doit être lavé, on pourra mettre au trait, encre de la Chine indistinctement toutes ses parties, teintes dont on le recouvre devant suffire pour inquer les différentes natures d'ouvrages. On devra toujours attendre, pour mettre les coups de force, que le is soit terminé et se servir pour donner ces coups de ce d'une encre moins foncée que si le dessin devait ter au trait.

(Voir, pour les notions élémentaires de lavis, *la note page* 145.)

Un dessin doit être toujours en rapport proportionnel ec l'objet de grandeur naturelle dont il est la représentation. Il faut alors que non-seulement il soit construit à l'échelle, mais encore que cette échelle soit figurée ou au moins indiquée sur le dessin. Si le dessin ésente des détails d'exécution, il doit en outre être é lisiblement, c'est-à-dire, que chacune de ces dimensions doit être indiquée par des chiffres.

Les plans doivent être, autant que possible, orientés manière que le nord se trouve au haut du dessin; n'en est pas ainsi, il faut avoir soin d'indiquer les atre points cardinaux au moyen d'une rose des vents e l'on dessine dans un endroit libre, ou peu chargé de tails.

Le trait ou le lavis étant achevés, on s'occupera des ritures que l'on disposera autant que possible horizontalement et on aura soin de leur donner un degré de rce en rapport avec l'importance de l'objet qu'elles liquent.

présenter :

1° Copier purement et simplement un

2° Réduire un dessin, c'est-à-dire, le
une échelle moindre que celle du modèl

3° Augmenter les proportions du m
rapport donné ;

4° Construire un dessin d'après un cr

Nous allons examiner successivemen
cas.

§ 1. COPIER UN MODÈLE DO

Avant de décrire les procédés grap
en usage pour construire un dessin da
cas que nous venons d'énumérer, il c
dans quelques détails sur la constructi

Construction des échelles.

e une échelle moitié d'une autre?

es un carré *abcd*, fig. 202, dont le côté *ab* ait
nbre déterminé de parties de l'échelle à réduire,
exemple ; tirez la diagonale *bd*; la moitié *be* de
liagonale sera l'échelle demandée; on la divisera
parties qui seront géométriquement la moitié de
dont se compose la ligne.

e une échelle double d'une autre?

es un carré *efgh*, fig. 203, dont le côté *ef*, con-
dix parties de l'échelle à doubler; tirez la dia-
fh que vous diviserez, comme l'indique la fi-
en dix parties, vous aurez l'échelle demandée.

e une échelle qui soit le tiers d'une échelle don-

nposez la ligne *ac*, fig. 204, de dix parties de l'é-
à réduire; décrivez sur cette ligne une demi-
férence *abc*; divisez *ac* en trois parties égales et
un des points de division, élevez une perpendicu-
qui coupe la demi-circonférence au point *d*; tirez
e *da* et divisez-la en dix parties, vous aurez une
e qui sera géométriquement le tiers de celle don-
c.

istruire une échelle qui soit le quart d'une autre
e?

uffira de diviser en deux parties égales l'échelle

Ces différentes échelles peuvent génér
à réduire ou à augmenter les proportions
donné, mais elles ne sont pas suffisamı
lorsqu'il faut reproduire une copie r
exacte d'un dessin compliqué. On fait
l'échelle dite de *proportion* qui se cons
nière suivante :

Construction de l'échelle de pro

Soit la ligne *ab*, fig. 207, une éch
dix parties égales, et la section à ga
également en dix parties ; élevez sur le
3, 4, 5, etc., des perpendiculaires à la li
sur *ac* et *bd*, dix parties égales d'une
traire et par ces points, menez des p
fh, etc., à *ab*. Divisez *c*10 de la même

ongueur de 1 mètre, si l'on veut une longueur de m.101 on portera le compas de m' en n'; si l'on veut ne longueur de 0m.207 on le portera de o' en p'. Il st évident qu'on ne saurait obtenir avec les échelles racées sur une seule ligne, des divisions aussi facilement appréciables et aussi précises.

Choix des échelles.

Les échelles doivent être en rapport avec la nature es objets que l'on représente et ne peuvent être choisies rbitrairement, car il arrive très-souvent qu'un dessin ont l'aspect est satisfaisant, exécuté sur une échelle onvenable, produit un très-mauvais effet, exécuté dans 'autres dimensions.

Voici un extrait du tableau des échelles adoptées our le service du corps des ingénieurs des ponts et haussées.

ur 1m.00 { Les panneaux, profils et détails de co

our 1m.00 { Les outils et petites pièces des machi

our 1m.00 { Les petites machines ou celles co pièces, comme crics, machines à les détails relatifs aux pivots, ferru d'écluses et des ponts tournants.

our 1m.00 { Les machines d'une grandeur moye sont sensiblement fortes, comme c

pour 1m.00 { Les grandes machines dont les p comme les pompes à feu; — les palées et piles de ponts, les cintre les épures relatives à la coupe des

{ Les grandes machines, mais form comme les grues, les sonnettes; ceaux; les arches et écluses à un

Linéaire.

		…che, d'une travée, d'un passage d'écluse ; — les profils en travers des routes, des canaux et des rivières ; — les plans des traverses des communes ; — les projets d'architecture.
$\frac{1}{500}$	ou $0^m.002$ pour $1^m.00$	Les plans des communes dont la longueur n'excède pas 500 mètres ; — les plans d'arpentage.
$\frac{1}{1000}$	ou $0^m.001$ pour $1^m.00$	Les profils en long des parties de route dans les traverses des communes, ainsi que pour le lit des rivières ; — les plans des communes, depuis 500 jusqu'à 1000 mètres.

Les échelles du cadastre sont :

$\frac{1}{2500}$	ou $0^m.001$ pour $2^m.50$	Les plans parcellaires.
$\frac{1}{10.000}$	ou $0^m.001$ pour $10^m.00$	Les plans d'ensemble des communes.

L'échelle des grandes cartes de France est de :

$\frac{1}{80.000}$	ou $0^m.001$ pour $80^m.00$	Cartes des officiers d'état-major.
$\frac{1}{…0}$	ou $0^m.001$ pour $86^m.40$	Cartes de Cassini et de Ferraris.

Passons maintenant aux applications.

On propose de copier le compartiment
dessiné, fig. 212.

On remarquera : 1° que le carré total $a\,b\,c$
composé en quatre carrés égaux par les ligne
2° que chacun de ces carrés est formé de q
tangles de 0m.40 sur 0m.20 circonscrivant u
0m.20 de côté.

L'échelle de la figure est de 10 centimètr
mètre.

Construction. — Tirez la ligne $v\,x$, et sur
élevez une perpendiculaire $y\,z$. Marquez e
ces lignes et à 0m.60 de leur intersection
e', f', g', h', et par ces points menez les ligne
$a'\,c', b'\,d'$ parallèles aux directrices $v\,x$, y
... sera déterminé. Il ne restera plus

d'arrêter exactement les lignes principales aux points *a'*, *b'*, *c'*, *d'*, *e'*, *f*, *g'*, *h'*.

Copier le fragment de carrelage, fig. 213.

Il est composé de carreaux alternativement octogones et carrés. L'octogone à 0m,30 de largeur entre ses côtés parallèles.

L'échelle est de 0m.10 pour 1 mètre.

Construction. — On commencera par former un carré *abcd*, d'une longueur de côté égale à quatre carreaux de 0m.30, c'est-à-dire de 1m.20. On divisera ensuite chaque côté du carré en quatre parties égales et par les points de division correspondants, on mènera les lignes 11, 22, 33, 44, etc., qui décomposeront le carré principal en seize petits carrés. Il ne restera plus, pour terminer le dessin qu'à inscrire un octogone dans chacun de ces carrés, en opérant de la manière suivante : Tirez pour le premier *x* les deux diagonales; de leur point d'intersection et avec un rayon égal à la demi-largeur du carreau, c'est-à-dire de 0m.15, décrivez une circonférence; les points d'intersection *i*, *i*, *i*, *i* de cette circonférence avec les diagonales, indiqueront les points par où devront passer les lignes parallèles à ces diagonales qui achèveront le tracé de l'octogone ; quant aux carrés *y* ils se trouveront déterminés par les côtés de quatre octogones contigus.

Pour que la figure soit régulièrement dessinée, il faut qu'en prolongeant les côtés correspondants des carrés à la rencontre les uns des autres, ces côtés se confondent dans une seule et même ligne droite.

de six triangles équilatéraux, [...]
$a'b'$, un triangle équilatéral d'une longueur
égale à $a\,b$ du modèle, c'est-à-dire à 1m,20
$a'c'$, $c'b'$, $b'a'$, seront les directrices de votre
ne s'agira plus que de leur mener des paral
déterminer successivement tous les hexago
se compose. Ainsi, pour les côtés obliques de
gones, on mènera par les points d, e, f, g, h,
gnes alternativement parallèles à $a'c$ et à c
points d'intersection de ces parallèles ent
mènera les horizontales l, m, n, o, etc. On
sorte un réseau de triangles dont les nos 1, 2
ront le demi-hexagone à gauche, les nos 4,
l'hexagone à la suite du précédent, et ainsi
qu'à l'entière reproduction du modèle.

Copier le fragment de carrelage en briqu

Les briques qui le composent sont posée

Construction. — Après avoir établi la ligne de base *ab*, fig. 216, on construira sur cette ligne au point *x*, à l'aide d'un rapporteur, un angle de 45°, sur la ligne *xy* on construira le premier rectangle *c;* on passera ensuite au deuxième *d* et ainsi de suite jusqu'au dernier, en ayant soin que l'angle inférieur *x*, *x*, *x* arrive toujours exactement sur la ligne *ab*.

Les briques du second rang sont disposées en sens inverse, le grand côté de la première *e* forme avec la ligne *xy* un angle droit. La ligne *xy* sera donc la ligne directrice du plan et servira de guide dans le tracé de toutes les autres qui lui seront toujours tantôt parallèles, tantôt perpendiculaires.

La première chose à faire quand il s'agit de copier un dessin, c'est de bien remarquer la position relative des lignes dont il se compose. Si, comme cela arrive très-souvent, plusieurs lignes se trouvent former le prolongement d'autres lignes, quoiqu'elles s'en trouvent séparées, il faut les réunir par la pensée et les tracer d'un seul coup. On obtiendra de la sorte une construction bien plus régulière et beaucoup plus rapide que si l'on voulait établir un à un les divers polygones résultant de la combinaison de ces lignes. Ainsi les exercices, fig. 212, 213, 214 et 215, quoique tout-à-fait élémentaires, seraient difficilement reproduits avec quelque exactitude, si l'on ne suivait pas la méthode indiquée par les lignes de construction sur les figures dessinées en regard.

Les exercices précédents étant composés de figures régulières et symétriquement disposées ne présentent aucune difficulté. Nous allons passer à des exercices

des côtés du rectangle. Ces côtés prol
avec ceux du rectangle *a b c d*, des trian
drilatères qu'il sera facile de reprodu
exemple, prolongeant les côtés des ma
1 et 2, qui se trouvent dans le même
aura le trapèze *a d e f* dont le côté *e f*
pour déterminer tous les massifs qui
dessous de cette ligne. La ligne *g h* dét
gnements des maisons 3, 4 et 5. La li
maisons 6 et 7 et un deuxième côté du
la ligne *l m*, complètera les massifs 3
aura plus qu'à déterminer la face cur
n o, donnera un second côté du polygo
complètera à peu près le périmètre de
la ligne *r s* déterminera un nouveau cô
donnera la position du massif 8 ; la lig
base au n° 9. Il ne restera plus pour c

17, qui représente le modèle et sur la fig. 217 *bis*, st la copie, les lignes de construction.

figure à copier était composée de lignes courbes le cours d'eau dessiné, fig. 218, on opérerait de ere suivante :

s avoir tracé une ligne de base *a b*, on mènera les points remarquables des rives des perpen-es 1, 2, 3, 4, etc., à cette base. On marquera sur ces perpendiculaires les distances *a* 1, *a* 1' ; *d* 3, *d* 3'.....*l* 10 ; *m* 11, etc. On fera passer par its une ligne courbe et le modèle sera reproduit.

Piquer un dessin.

qu'un dessin contient beaucoup de lignes droites le détails, on peut en obtenir très-promptement ie en opérant de la manière suivante :

euille de papier étant bien fixée sur la plan-on pose dessus le dessin que l'on veut copier et ent invariable dans cette position, soit en encol-èrement les angles, soit en le chargeant avec ds. Ensuite, avec une aiguille très-fine, on pi-extrémités des lignes droites et les centres des qui les raccordent entre elles. Il faut avoir soin : le piquoir bien vertical et de l'enfoncer assez lément pour que la pointe traverse non-seule-papier sur lequel se trouve le dessin, mais marque encore sur la feuille blanche du des-nais par des trous aussi fins que possible. Le ainsi piqué est mis ensuite au crayon, c'est ce ppelle reconnaître ses points. Il faut éviter de

qui permet de ménager l'original e
plicable aux dessins les plus irrégu

Calquer un dess

Le papier le plus convenable po
pies est le papier *végétal*. Ce papie
voir à travers son épaisseur, tous le
sur lesquels il est appliqué. On pre
le modèle les précautions indiquée
ensuite au trait tout le dessin, à l'enc
et pour lui donner plus de solidité
feuille de papier blanc.

Le papier végétal est le plus ava
voir un dessin qui doit rester au tr
y appliquer quelques teintes, il faut

Décalquer un dessin.

Si au lieu d'un calque sur du papier végétal on veut avoir un dessin sur du papier blanc, on opérera de la manière suivante :

On commencera à calquer le dessin à copier comme il vient d'être expliqué. Le calque sera ensuite placé sur le papier sur lequel il doit être reporté, en ayant soin d'interposer entre deux une feuille de papier très-mince, dont le côté inférieur est frotté avec de la mine de plomb pulvérisée, parfaitement étendue au moyen d'un petit tampon en coton. Il suffit ensuite de repasser légèrement une pointe en acier un peu émoussée, sur toutes les lignes du dessin déjà marqués sur le calque, pour en obtenir un double, car en passant sur chaque trait, on a par la pression de la pointe, détaché du noir de la feuille intermédiaire, et on l'a fixé sur la feuille inférieure. On met ensuite au trait comme à l'ordinaire puis on frotte doucement le dessin avec de la mie de pain, pour faire disparaître les traces que la mine de plomb y laisse quelquefois.

En ménageant le calque, on peut s'en servir à plusieurs reprises et en obtenir plusieurs copies sans avoir besoin de le recommencer.

§ 2. RÉDUCTION DU MODÈLE.

Réduire un dessin, c'est le construire sur des dimensions moindres que celles du modèle donné.

On opère la réduction d'un dessin de plusieurs manières ; d'abord au moyen des échelles.

indéfinie xy sur laquelle on porter
échelle ou 24 millim. de a' en b'. P
point d', on mesurera ad et bd qu
de 4m.00 et de 4m.50. On prendra
les mêmes distances, et des points a'
on décrira deux arcs de cercle, do
terminera le point d'. Opérant d'un
pour les points e' et c' le polygone s

On peut aussi se servir de l'ang

Supposons que le rapport des
du dessin donné aux dimensions
dessin, qu'il s'agit de construire,
ab et cd, pl. 14, fig. 220, c'est-à
sente une longueur de 7m.00, cd
même longueur de 7m.00 sur le
manière de construire l'angle de

Tracez une ligne indéfinie a'

duire à une échelle de 0m.003 pour 1 mètre, en se rvant de l'angle de réduction.

On construira l'angle de réduction comme il vient être expliqué, ensuite du point *f*, pris toujours pour ntre et avec des rayons successivement égaux aux tés du polygone donné on décrira les arcs de cercle 2, 3, 4, 5, 6 et 7. Les cordes de ces arcs seront les ıgueurs à donner aux côtés correspondants du polyne réduit. Ainsi, 1, 1 donnera le côté *a' b'* ; 2, 2 et 3, 3 nneront les lignes de construction *a' d'*, *b' d'*; 4, 4 nnera le côté *b' c'*; 5, 5 le côté *c' d'* ; enfin, 6, 6 et 7 donneront les côtés *d' e'* et *e' a'*, qui achèvent de terminer le pentagone.

La réduction des dessins s'opère encore au moyen ι *compas de réduction*.

Cet instrument, dont l'emploi pour la réduction des ans est extrêmement avantageux, tant sous le rapport e l'exactitude que sous celui de la célérité dans les pérations, demande le plus grand soin ; car le moindre hoc, la moindre altération dans la finesse, la direction u la longueur de ses pointes détruirait entièrement utes ses propriétés.

Le compas de réduction, fig. 222, se compose de deux ubles branches *a c*, *b d* dont la longueur varie suivant ı position de l'axe mobile *e* autour duquel elles tournent. es branches sont graduées de telle sorte qu'en donnt à l'axe une position convenable, la distance meuée entre les petites pointes, sera à volonté le cinuième, le tiers ou le quart de la distance existant ntre les grandes.

La figure représente le compas de réduction réglé de

telle sorte que toute dimension prise avec les pointes d
sera réduite au quart par les pointes *ab*.

On peut, à l'aide de ce compas réduire ou augmen un dessin depuis un douzième jusqu'à un demi.

§ 3. AUGMENTER LES PROPORTIONS D'UN MODÈLE DA UN RAPPORT DONNÉ.

Les opérations pour augmenter les dimensions d'u dessin, sont analogues à celles que l'on met en usa pour sa réduction, c'est-à-dire, que l'on peut l'au menter, soit en se servant de l'échelle, soit en employ l'angle ou le compas de réduction. Seulement il f observer que lorsque l'on veut obtenir une dimens plus grande, au moyen de l'angle de réduction, il f que l'échelle du plan à construire soit moindre que double de celle du plan donné, parce qu'autrement ne pourrait point construire l'angle. On ne peut reste, par ce moyen augmenter l'échelle de plus d tiers sans risquer d'opérer d'une manière inexacte.

Dans tous les cas, l'emploi du compas de réduct sera toujours préférable. Il ne donne aucune cha d'erreur et son usage est beaucoup plus prompt celui de l'angle de réduction.

La figure 223 indique la construction d'un angle, p établir à une échelle de 1 centimètre 1/2 pour 1 mèt un plan dont la minute est à l'échelle de 1 centimè pour 1 mètre.

Méthode des carreaux.

Un procédé de construction applicable, avec un é

avantage, aux trois cas dont nous venons de nous occuper, surtout lorsque le modèle présente beaucoup de lignes courbes et irrégulières, comme le dessin des cartes géographiques, par exemple, est la méthode dite *des carreaux*.

Si, sur un dessin de cette espèce, on trace un réseau composé de carrés plus ou moins nombreux, suivant que le modèle est plus ou moins compliqué, les détails qu'il présente seront couverts par un nombre déterminé de carreaux qui le décomposeront et concourront à en rendre la copie facile. Après avoir établi sur une feuille de papier un nombre de carreaux égal à celui qui couvre le dessin, si dans chaque carré du réseau de la copie, on reproduit les lignes qui se trouvent inscrites dans le carré correspondant tracé sur le modèle, on pourra aisément reproduire son ensemble et ses détails, et les chances d'erreurs ne s'étendront pas au-delà des limites d'un carré.

Si le dessin ou le plan que l'on veut copier, sont trop précieux pour que l'on puisse tracer des lignes dessus, on placera contre le modèle un cadre léger garni de fils tendus et formant les carreaux. On pourra encore tracer les carreaux sur une feuille de papier à calquer qui, à cause de sa transparence, permettra de voir tous les détails du modèle.

Par le moyen des carreaux, on peut non-seulement copier un plan exactement à la même échelle, mais encore le réduire ou l'augmenter dans telle proportion voulue; il ne s'agit que d'établir le rapport de l'échelle entre les carreaux du dessin et les carreaux du papier sur lequel on doit opérer.

Soit *vxyz*, fig. 224, le dessin que l'on veut copier.

On commencera par diviser les côtés du rectangle dans lequel il est inscrit en autant de parties égales, qu'on le jugera nécessaire d'après la plus ou moins grande quantité des détails à copier. Par les points de division correspondants sur les bases et sur les côtés on tirera des lignes horizontales et verticales qui détermineront les carreaux de construction. Ces carreaux porteront en outre le même chiffre en haut et sur un des côtés. Il suit de ce mode de numérotage, que chaque carré a deux numéros différents pour le reconnaître, par exemple le carreau *s* est le troisième pris horizontalement et le quatrième pris verticalement, comme l'indiquent les nos 3 du haut et 4 du côté.

On fera une opération analogue sur la feuille de papier, fig. 225, qui doit recevoir la copie. Maintenant pour avoir un dessin bien exact, il ne s'agira plus que de reporter dans les carreaux de la feuille de papier les détails *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, etc., qui se trouvent dans chacun des carreaux du modèle. Dans cette opération, l'œil sert aussi souvent de guide que le compas. L'esquisse étant terminée, on revient sur chaque partie pour fixer définitivement ses contours et l'on met au trait. Ensuite on frottera légèrement avec la gomme élastique toute la surface de la copie et on aura un dessin qui plaira d'autant plus, qu'il ne restera aucune trace du procédé mis en usage pour sa reproduction.

§ 4. CONSTRUIRE UN DESSIN D'APRÈS UN CROQUIS COTÉ.

Lorsque l'on aura étudié avec attention les divers procédés de construction qui viennent d'être décrits et que l'on pourra reproduire d'une manière satisfaisante, d'après un modèle graphique, un objet quelconque, il ne restera plus qu'une dernière étude à faire, c'est de s'exercer à dessiner d'après des modèles en relief.

Cette opération qui complète l'étude du dessin industriel consiste d'abord à établir à la main, et sans autres instruments qu'un crayon et une feuille de papier, un ou plusieurs croquis représentant, aussi exactement que possible, les divers aspects de l'objet qu'il s'agit de dessiner, ensuite à en mesurer toutes les dimensions que l'on indiquera par des chiffres sur le croquis, de manière à pouvoir plus tard, avec le secours des instruments et suivant une échelle convenable, obtenir une représentation exacte des diverses projections de cet objet.

Quand on se livrera à ce genre d'exercice il sera bon d'observer :

1° Que lorsque plusieurs cotes se trouvent sur une même ligne, on doit les additionner pour les prendre toutes d'une seule ouverture de compas ; on divise ensuite cette longueur totale, selon chaque cote partielle et suivant les indications du croquis ;

2° Que toute ligne qui ne porte point une indication d'obliquité est censée horizontale ou verticale, suivant sa position sur le croquis ;

3° Que toute ligne courbe non qualifiée est un arc ou une circonférence de cercle;

4° Que lorsqu'un plan doit être exécuté, il ne faut jamais manquer de reporter sur la copie les cotes qui ont servi à sa construction, car non-seulement les cotes économisent tout le temps que l'on mettrait à chercher les mesures au moyen de l'échelle, mais elles offrent plus de garantie pour l'exactitude des opérations, quels que soient d'ailleurs le soin apporté dans la construction du dessin et la bonté des instruments dont on s'est servi pour en relever les dimensions.

On ne saurait trop recommander aux élèves de se livrer à ce sujet d'exercices, qui est un des plus intéressants et des plus utiles qu'on puisse leur présenter.

La figure 226, qui représente un croquis coté, et la figure 227 qui représente la construction régulière d'après le même croquis, suffiront pour donner une idée de la manière de procéder dans ce cas.

Je ne me dissimule pas qu'il y aurait encore bien des explications à donner, si l'on voulait entrer dans tous les détails que présente la pratique du dessin linéaire, mais travaillant spécialement pour des industriels et non pour des dessinateurs de bureau, je crois en avoir dit assez pour atteindre le but que je me suis proposé. Les notes qui vont suivre compléteront ce qui précède, en présentant des détails plus ou moins utiles qui n'avaient pu trouver place dans le cours de ces éléments.

NOTES ADDITIONNELLES.

NOTE A.

De la Spirale (page 6).

La Spirale est en général une ligne courbe, tracée de manière à s'éloigner toujours de son point de départ, en faisant autour de ce point une ou plusieurs révolutions.

On peut tracer la spirale par demi-circonférences. Ainsi *b*, fig. 228, étant le centre donné, on mènera par ce point une droite *xy*, sur laquelle viendront se raccorder tous les arcs dont la spirale est formée. On déterminera ensuite sur cette droite un second point *a* plus ou moins rapproché du premier, suivant la distance qui devra exister entre deux arcs concentriques, cette distance étant ici double de celle *ab*.

b sera le centre du premier arc *ac*,
a sera le centre du deuxième arc *cd*,
b redeviendra le centre du troisième arc *de*, etc.

En construisant une spirale avec des demi-circonférences, on n'obtient pas une courbe aussi gracieuse qu'en décrivant seulement des tiers, des quarts ou des sixièmes

de circonférence autour d'un polygone régulier. Plus ce polygone a de côtés, plus la spirale est régulière.

La figure 229 représente une spirale tracée par quarts de circonférence. Pour la construire, on a pris pour centres les angles d'un carré 1,2,3,4, dont les côtés prolongés en *v*, *x*, *y*, *z*, déterminent les points de raccordement des arcs dont la spirale est composée.

1 sera le centre de l'arc *ab*,
2 sera le centre de l'arc *bc*,
3 sera le centre de l'arc *cd*,
4 celui de l'arc *dc*, etc.

On remarquera que le côté du carré se trouvant quatre fois compris dans la distance qui existe entre deux arcs concentriques, la dimension de ce carré doit être proportionnée au nombre de révolutions que l'on veut avoir dans un espace déterminé.

L'application la plus fréquente du tracé de la spirale a lieu, en architecture, dans la construction des volutes qui décorent les chapitaux des colonnes des ordres ionique et corinthien ; et en menuiserie, dans le tracé des premières marches et de la partie inférieure du limon des escaliers.

Tracé de la Volute ionique.

Cette volute est formée de deux spirales convergentes composées chacune de douze arcs de cercle d'un quart de circonférence chacun.

Etant donnés le point de départ *a*, fig. 230, et le centre *b* de l'œil de la volute, on divise *ab* en neuf parties égales et on donne pour rayon à l'œil une de ces parties.

On trace cet œil et on en partage le diamètre *c d* en quatre parties égales *c*1, 1 *b*, *b*4, 4*d*. Sur la ligne 1,4 on construit le carré 1,2,3,4 dont les angles serviront de centre aux quatre premiers arcs *a a'*, *a' a''*, *a'' a'''*, *a''' e*, formant la première révolution. Pour obtenir les centres des arcs formant la deuxième, on divisera *b*1 en trois parties égales, comme l'indique la figure 231, qui représente sur une plus grande échelle l'œil de la volute, et sur ces points de divisions on construira deux nouveaux carrés 5,6,7,8 et 9,10,11,12. Les points 5,6,7,8 seront les centres des quatre arcs, formant la deuxième révolution et les points 9, 10, 11, 12 ceux des arcs appartenant à la troisième révolution.

Il ne reste plus pour achever la volute, qu'à tracer la spirale intérieure *v x y z*. Cette spirale a comme la première son centre en *b* et son point de départ en *v*, distant de *a* de la neuvième partie de *a b*. Elle se trace à l'aide de trois nouveaux carrés 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8', 9', 10', 11', 12', inscrits dans les trois premiers et construits de manière que chacun d'eux ait pour côté une ligne égale aux sept huitièmes du carré dans lequel il est inscrit.

Le prolongement des côtés de ces divers carrés déterminera les points d'arrivée des arcs de chaque révolution.

Tracé de la Volute corinthienne.

La volute corinthienne est composée de trois spirales formées chacune de quatre arcs d'une demi-circonférence chacun.

Cette volute se trace de la manière suivante :

Etant donnée *vw*, fig. 232, pour l'œil de cette volute, on mènera par son centre *o* une ligne *ab*, parallèle à l'axe du chapiteau et une oblique *cd*, formant entre elles un angle de 45°. On divisera la partie *ef* de cette dernière ligne en quatre parties égales ; les points 1,3,2,4 seront les centres de la première spirale qui aura son point de départ en *f*, et son point d'arrivée en *k* sur une parallèle à *ab* passant par le point *f*.

Les points 1',2',3',4' rapprochés vers le centre, par rapport aux précédents, d'une longueur 1,1' égale au quart de la distance comprise entre les points 1 et 3, seront les centres de la deuxième spirale dont le point de départ sera comme pour la première en *f*, et le point d'arrivée en *l*, distant du point *k* d'une longueur égale au rayon *of* de l'œil.

Enfin les points 1'',2'',3'', 4'' rapprochés encore vers le centre par rapport aux centres des arcs de la deuxième spirale d'une distance égale à la moitié de la longueur comprise entre 1 et 1', seront les centres de la dernière spirale dont le point d'arrivée *m* sera distant du point *l* de la demi-longueur du rayon de l'œil.

Si la volute est bien construite, la distance *fh* comprise entre l'œil et le grand arc prolongé jusqu'à la rencontre de l'oblique *cd*, sera égale à trois fois le diamètre de l'œil et la distance *eu* égale à deux fois le même diamètre.

On termine ordinairement la partie inférieure des escaliers par des spirales ainsi que l'indique la figure 233.

Ces spirales sont presque toujours formées d'arcs de

60°, résultant de la disposition hexagonale de leurs points de centre.

Les deux spirales du limon doivent avoir leur point de départ sur une même ligne *ab*, perpendiculaire à sa direction, et formée par le prolongement de la partie antérieure de la troisième marche de l'escalier.

Pour tracer celle de ces spirales qui part du point *a*, on a porté la largeur du limon de *b* en *l*, et du point *l* comme centre on a décrit le premier arc *ac* de 60°. On a ensuite tiré *lc*. Du même point *l* et avec un rayon égal à *lb* on a décrit l'arc *bi* qui détermine le contour intérieur du limon.

Comme c'est à ce point *i* que les deux spirales doivent se réunir, on a déterminé sur *il* un point *m* qui devient le premier et le dernier centre d'une révolution complète de spirale. Ce point *m* doit être éloigné du point *i* d'une distance égale à un quart de la ligne *li*.

On a ensuite divisé *ic* en six parties égales; l'une d'elles détermine le côté de l'hexagone *m*, 2, 3, 4, 5, 6, dont les angles serviront de centre, et les côtés prolongés de limite aux six arcs complétant la spirale extérieure du limon.

Pour la spirale qui forme le contour de la première marche, on décrit d'abord du point *m* un premier arc *a'b'*, limité par le prolongement de la ligne *md* d'un côté et de l'autre par une perpendiculaire abaissée, du point de centre, sur la première marche. Ayant ensuite porté *ib* de *m* en *p*, on divise *pb'* en cinq parties. L'une de ces parties prise pour côté, sert à déterminer un nouvel hexagone dont les angles 7, 8 et 9 indiquent les centres des arcs *b'c'*, *c'd'*, *d'e'*. Quant à l'arc *eb* qui termine la spirale,

Ces courbes s'emploient plus p

les cintres des voûtes.

Le principe de leur tracé est que la arcs dont elles se composent ordinai égale à 360°.

Le premier de ces ovales, fig. 23 longé de tous.

Le grand arc *ab* étant donné, div ties. Des points *c* et *d* et avec un ra crivez deux circonférences *aeif* et d'intersection *l* et *m* seront les centr Pour déterminer leurs points de renc menez des points *l* et *m*, par les c gnes *lf*, *lh*; *me*, *mg*. Les points c circonférences détermineront les p grands arcs avec les petits.

Angle c = 150°

ème ovale, fig. 236.

and axe a b étant divisé en quatre parties égales, seront les centres des arcs c d et c' d', de 120° 2 et 2' seront les centres des arcs d d' et c' c, hacun. La somme des arcs sera donc comme tracés précédents de 360°.

ure 237, présente une variante du même tracé.

ème ovale, fig. 238.

beaucoup plus allongé que les précédents. and axe a b étant divisé en cinq parties égales, ts c et d, les plus rapprochés des extrémités de décrira deux circonférences a i e k, f l b h; des points c et d et d'un rayon égal à la distance sépare, on décrira les arcs g d h, g c h; leurs intersection seront les centres des grands arcs nt limités par les lignes h i et g k, menées des et g par les centres c et d des petits arcs.

NOTE C.

De l'Anse de panier. (Page 6).

courbe s'emploie pour la construction des ponts l'on n'a pas assez de hauteur pour employer le tre. On la préfère aussi quelquefois à l'ellipse l'elle présente plus de débouché.

ace l'anse de panier de deux manières :

ier procédé. — Soit a b, fig. 239, l'axe, et le la de la courbe. Joignez par des droites les points u point c. Portez le de l en m et m' et tirez

cg égal à *am* ou *m'b*. Ensuite, sur le milieu d
de *gb*, élevez les perpendiculaires *od*, *o'd'*; le
section *p*, *p'* avec le diamètre *ab* déterminera l
des arcs extérieurs *ax*, *by*; on n'aura plus, p
pléter le tracé de la courbe qu'à décrire le g
dont le point *t* sera le centre.

Deuxième tracé. — Soit *bb*, fig. 240, l'axe,
montée de l'anse de panier. Après avoir tracé u
circonférence avec un rayon *bc* égal à la moitié
par le point *c*, menez *od'* perpendiculaire
Construisez les angles *d'cm'* de 30° chacun e
les cordes *m'd'* et *m'b*. Par le point *d*, extrém
montée de la courbe, menez *dm* parallèle à
par le point *m*, intersection de cette parallèle
corde *m'b* tirez *mo* parallèle à *m'c*; les poin
seront les centres, et l'anse de panier qui en r
remplira les conditions exigées dans le tracé d
pèces de courbes, c'est-à-dire, que les cen
grands et des petits arcs, seront sur une même
que la somme de ces arcs sera de 180° ou
pour la courbe entière.

NOTE D.

De l'Ellipse (Page 34).

L'Ellipse est une courbe fermée et symétriqu
par ses deux axes en quatre parties égales; e
sente deux points remarquables, placés sur so
axe et qu'on nomme *foyers*. Ces points donnent l
de décrire l'ellipse. On trouve la place des foye

ellipse, pl. 61, fig. 241, en décrivant des extrémités du petit axe *ab* des arcs de cercle avec un rayon égal à *cd* moitié du grand axe *ce*. Les points *f*, *f'* où ces arcs coupent le grand axe sont les foyers. Les foyers ont cette propriété, que la somme des lignes tirées d'un point quelconque *p*, de la courbe à chacun des foyers est toujours égale à la longueur du grand axe, de sorte que l'on a dans tous les cas $fp + f'p = ce$.

C'est sur cette propriété des foyers qu'est fondée la manière de déterminer l'*ellipse du jardinier*, ainsi appelée parce que les jardiniers tracent ainsi les ellipses des parterres.

Soit *ab* et *cd*, fig. 242, le grand et le petit axe. On détermine les foyers *f'*, *f* comme il vient d'être expliqué. On place ensuite deux piquets aux foyers et on y attache les deux bouts d'un cordeau inextensible dont la longueur doit être égale à celle du grand axe, puis avec une pointe ou un autre piquet *e*, mis dans le pli du cordeau, on trace la courbe en ayant soin de tenir le cordeau toujours également tendu. Par ce moyen on obtient une véritable ellipse.

Mais cette pratique suffisante pour les opérations du jardinage, n'offre pas assez de précision, lorsqu'il s'agit de tracer une épure, et la manière de tracer l'ellipse par points doit être préférée.

Soit *ab*, fig. 243, le grand axe et *cd* le petit axe de l'ellipse qu'il s'agit de tracer. On déterminera la place des foyers, ensuite avec un rayon quelconque *be*, on décrira des points *f*, *f'* quatre arcs de cercle 1, 1, 1, 1; des mêmes foyers et avec un rayon égal à *ae*, on décrira quatre autres arcs 2, 2, 2, 2; leurs intersections

avec les premiers détermineront quatre points apparte-nant à l'ellipse. Pour avoir quatre autres points, o opérera d'une manière analogue avec un rayon plu petit ou plus grand que *b e*, plus grand ou plus petit qu *a e* et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on ait assez de point pour tracer l'ellipse.

Le mode de division de la partie comprise entre le foyers, et qui indique la longueur des rayons à em-ployer successivement est arbitraire. Seulement il es bon que les points soient plus rapprochés à mesure qu la courbure se prononce davantage.

Pour avoir à un point quelconque *p*, une normale à une courbe elliptique, il faut mener de ce point au foyers des lignes *f, f'*; partager en deux parties égale l'angle qu'elles forment au point *p*, la ligne *p n* sera l normale cherchée.

Les lignes *pf*, *pf'* menées des foyers à un mêm point de l'ellipse, sont *les rayons vecteurs*, correspon-dants à ce point.

On peut encore construire l'ellipse en opérant de l manière suivante : Soit *a b*, fig. 244, le grand axe, et *c* le petit. D'un rayon égal à la moitié du grand axe, o décrira une circonférence *a e b f*; d'un rayon égal à l moitié du petit axe, on décrira une autre circonférenc concentrique à la première. On divisera chacune d ces circonférences en un même nombre de partie égales ; ensuite, par les points de division de la circon-férence *a e b f*, on mènera des parallèles au petit axe, par les points de division de la circonférence *c g d h*, o mènera des parallèles au grand ; l'intersection des li-gnes correspondantes à un même point de division su

la grande et sur la petite circonférence, déterminera un point appartenant à l'ellipse. Ainsi, l'intersection des lignes passant par les points 1 et 1' déterminera le point *p*; l'intersection des lignes passant par les points 2 et 2' déterminera le point *p'*, et ainsi de suite.

Voici un moyen très-expéditif de tracer une ellipse sur le papier :

Etant donnés les axes *a b* et *c d*, fig. 245, on prend un petit papier *efg h*, dont le côté *ef* soit une ligne droite; on marque sur le bord de ce papier trois points *i*, *k*, *l* tels que la distance *ik*, soit égale à la différence des deux demi-axes, et *kl* conséquemment le demi-petit axe. Cela fait, on donne au papier une suite de positions telles que les points *i*, *k* soient toujours sur les axes. Pour chacune de ces positions, on marque le point correspondant au point *l*, et les positions successives de ce point déterminent l'ellipse.

On peut encore considérer l'ellipse comme résultant de la section d'un cylindre ou d'un cône, par des plans inclinés à leur axe.

Voici la manière de construire l'ellipse dans le premier cas :

Soit *abcd*, fig. 246, la projection horizontale de la base du cylindre;

efgh, sa projection verticale;

xy, la ligne de terre;

zz, *z'z'*, les traces du plan coupant.

On divisera la circonférence de la base en un nombre quelconque de parties égales, par les points de divisior 1,2,3, etc., on mènera les lignes 11, 22, 33, 44, 55, qu

avec le plan horizon[...]
tion les points 1', 2', 3', 4', 5' vien[...]
la ligne de terre (qui n'est autre c[...]
tion des plans vertical et horizonta[...]
1'', 2'', 3'', 4'' et 5''. On abaissera d[...]
diamètre *a c* prolongé indéfiniment,
1''1'', 2''2'', 3''3'', etc.; les points d[...]
perpendiculaires avec les horizont[...]
points correspondants de la divisio[...]
mineront l'ellipse.

Ainsi, le point *e'* sera détermi[...]
de l'horizontale partant du point[...]
abaissée du point 1''; le point *f'*[...]
l'horizontale, partant du point[...]
abaissée du point 2'', etc.

On remarquera que dans la s[...]
[...]dre dont résulte une ellipse, [...]

On tracera sur la projection horizontale un nombre quelconque des génératrices du cône *s*1, *s*2, *s*3, etc. On reportera sur la projection verticale ces mêmes génératrices en *s*'1', *s*'2', *s*'3', *s*' 4'. Des points 1", 2", 3", 4" où ces génératrices rencontreront le plan coupant, on abaissera des perpendiculaires indéfinies 1" 1", 2" 2", etc; l'intersection de ces perpendiculaires avec les génératrices *s*1, *s*2, etc., détermineront autant de points appartenant à la projection horizontale de l'ellipse.

Opérant le rabattement comme on l'a fait dans le cas précédent on obtiendra l'ellipse 1''', 2''', 3''', 4''' pour résultat de la section du cône *es'g* par le plan incliné *z' z'*.

NOTE E.

De la Parabole (page 34).

La Parabole est une courbe décrite par un point *m*, fig. 248, se mouvant de manière à être toujours également éloigné d'un point *f* et d'une droite *bd*.

Le point *f* est son foyer;

bd est ce qu'on appelle sa *directrice;*

La perpendiculaire *a x* menée par le foyer à la directrice est son *axe;*

Le point *a* situé à la moitié de la distance du foyer à la directrice est son *sommet;*

Les lignes telles que *fm*, ses *rayons vecteurs;*

Enfin on nomme *paramètre* la corde *yz* menée par le foyer parallèlement à la directrice.

Si du point *f* comme centre et avec un rayon quelconque *fr*, *fr'* on décrit deux arcs 1, 1', qu'ensuite on

pour pouvoir la tracer.

Voici une autre manière de tracer
que l'on connait l'axe *cd*, fig. 249 et
a c b qui fixe sa largeur à sa naissan

On divise l'axe *c d* et chacune des
en un même nombre de parties ég
exemple : par les points de division
on mène des parallèles à l'axe, ens
cb on tire du point *a*, par tous les
de l'axe, des droites qui étant prolon
parallèles menées des points de divis
1 en 1', *a* 2 en 2' etc. Les points 1',
points de la parabole par lesquels
on fera passer à la main une courbe
de la parabole demandée. En opéran
on l'a fait du point *a* on déterminer

rayon on décrira la demi-circonférence dae' qui rencontrera l'axe dc prolongé e', ce' sera le paramètre.

Soit maintenant k le point auquel on veut une normale.

On mènera par ce point une ligne kl perpendiculaire à l'axe; on portera la moitié du paramètre de l en o; on tracera ensuite okp qui sera la normale cherchée.

On peut encore considérer la parabole comme résultant de la section d'un cône par un plan parallèle à son apothème.

Voici la manière de construire la parabole dans ce cas :

Soit $abcd$, fig. 250, la projection horizontale du cône,
$es'g$, sa projection verticale,
xy, la ligne de terre,
zz, $z'z'$, les traces du plan coupant.

On tracera sur la projection horizontale du cône un nombre quelconque de ses génératrices $s1$, $s2$, $s3$, etc. On reportera sur la projection verticale ces mêmes génératrices en $s'1'$, $s'2'$, $s'3'$, etc. Des points 2'', 3'', 4'', 5'', 6'', où ces génératrices rencontreront le plan coupant, on abaissera des perpendiculaires indéfinies 2'' 2'', 3'' 3'', 4'' 4'', etc., l'intersection de ces perpendiculaires avec les génératrices $s2$, $s3$, $s4$, $s5$ déterminera autant de points appartenant à la projection horizontale de la parabole.

Opérant le rabattement on aura la parabole 1, 2''', 3''', 4''', 5''', 6''', pour résultat de la section du cône $es'g$ par le plan zz parallèle à son apothème.

férence des rayons ve...
un point quelconque m de cette co...
donnée fd : ainsi on a dans to...
$=fd$.

Pour construire l'hyperbole on ...
On prendra sur cette droite à p...
allant vers l'autre la longueur fd ...
différence de deux rayons vecte...
Ensuite avec un rayon quelco...
point f deux arcs 1, 1 ; puis av...
plus fv ou fv' on décrira du p...
2, 2 : l'intersection de ces arcs ...
minera deux points de l'hyperbo...
de leurs rayons vecteurs est ég...
rier le rayon fv on obtiendra ...
points pour mener une courb...
détermine l'hyperbole.

... le point cul...

Pour avoir une normale à l'hyperbole il ne faudra qu'élever sur la tangente une perpendiculaire *p p'*.

Voici la manière de construire l'hyperbole résultant de la section d'un cône, par un plan vertical parallèle à son axe :

Soit *a b c d*, fig. 252, la projection horizontale du cône ;

e s' g, sa projection verticale ;

x x la trace du plan coupant.

On tracera sur la projection horizontale du cône les génératrices *s* 1, *s* 2, *s* 3, *s* 4, *s* 5, etc. On reportera sur la projection verticale ces mêmes génératrices en *s'* 1', *s'* 2', *s'* 3', *s'* 4', *s'* 5', etc. Des points où les génératrices *s* 1, *s* 2, *s* 3, *s* 4, etc., rencontreront le plan coupant, on élèvera des perpendiculaires indéfinies 2'', 3'', 4'', 5'', 6'', 7'', 8''. L'intersection de ces perpendiculaires avec les génératrices *s'* 1', *s'* 2' . . . . *s'* 9', déterminera l'hyperbole 1', 2''', 3''', 4''', 5''', 6''', 7''', 8''', 9', pour résultat de la section du cône *e s' g* par le plan vertical *x x* parallèle à son axe.

Pour avoir le point culminant de l'hyperbole on décrira avec un rayon égal à *s* 5'' une demi-circonférence *h* 5'' *i* ; aux points *h i* on élèvera des perpendiculaires qui rencontreront la projection verticale du cône en *h' i'* ; menant par ces points une horizontale on aura le point *l* pour point culminant de l'hyperbole.

objets nécessaires à la vie, les g
quides, etc.

Les mesures de capacité sont :

Pour les petites quantités,	Le *Litre,*	équi 0
	Le *Décilitre,*	dixi
	Le *Centilitre,*	cent
	Le *Millilitre,*	mill
Pour les grandes quantités,	Le *Kilolitre,*	mill m
	L'*Hectolitre,*	cent
	Le *Décalitre,*	dix

Toutes les mesures de capacit
cylindre creux.

Celles employées au mesurage
ont le diamètre égal à la hauteur

L'*Hectolitre* a	0m.5031	de hauteur
Le *Décalitre,*	0 2335	—
Le *Litre*	0 1084	—

pports des anciennes mesures de capacité aux nouvelles.

Une pinte	=	0^{lit}.931	
Une chopine	=	0	466
Un demi-setier	=	0	233

sures de pesanteur. — Les mesures de surface, idité et de capacité se déduisent naturellement du , puisqu'elles résultent de dimensions qui ne peu-être déterminées qu'en mesures de longueur : ainsi est un décamètre carré ; le *stère* un mètre cube ; *e* un décimètre cube.

n'en est pas de même des mesures de pesanteur considérées abstractivement, sont indépendantes de dimension linéaire. Néanmoins, pour rattacher ce ne à celui des mesures linéaires on a déterminé 'unité des mesures de pesanteur serait le poids *lécimètre cube* d'eau. Telle est donc la pesanteur *logramme.*

s mesures de pesanteur sont :

Pour les petites quantités :

logramme. .	1 k.000000		poids d'un litre d'eau.
togramme. .	0	100000	un dixième de kilogramme
cagramme. .	0	010000	un centième de kilogram.
amme. . . .	0	001000	un millième de kilogram.
cigramme. .	0	000100	un dix-millième de kilog.
ntigramme. .	0	000010	un cent-millième de kilog.
lligramme. .	0	000001	un millionnième de kilog.

Pour les grandes quantités :

llier.	1000k.000000	poids d'un mètre cube d'eau.

Une livre
Une once = 0 030594 | Un gra

Table indiquant la Pesanteur de
diverses substance

LIQUIDES.

	kilog.	
Eau distillée.	1000	Vin d
Eau de mer.	1035	Huile
Eau de puits.	1007	Huile
Eau glacée.	930	Alcoo

MÉTAUX.

Platine purifié.	19500	Acie
Or fin fondu.	19258	Fer
Plomb fondu.	11352	Etai
Argent fondu.	10474	Fer
Cuivre fondu.	8788	Zin

BOIS.

Granit.	2643	Vase	1650
Grès.	2416	Sable fin et sec. . . .	1413
Maçonnerie fraîche en moellons.	2240	Chaux éteinte en pâte ferme.	1378
Mortier de chaux et sable.	2000	Terre végétale. . . .	1250
Maçonnerie en briques.	1870	Brique..	1235
Schiste ordinaire. . .	1800	Ciment de terre cuite.	1189
Argile et glaise. . . .	1700	Houille ou charbon de terre..	1135
Mortier de ciment.. .	1684		

Mesures monétaires. — On appelle mesures monétaires ou simplement *monnaies*, celles qui servent à évaluer le prix de choses.

L'unité monétaire porte le nom de *franc*.

Le franc pèse cinq grammes dont neuf dixièmes d'argent et un dixième d'alliage.

Le franc se divise en dix *décimes ;*

Le décime en dix *centimes ;*

Le centime en dix *millimes*;

La série des pièces de monnaie française se compose de douze pièces, savoir :

		Diamètre.		Poids.	
3 en or. . .	Quarante francs. . . .	0m.026		12gr.9032	
	Vingt francs.	0	021	6	4516
	Dix francs.	»	»	3	2258
5 en argent..	Cinq francs.	0	037	25	»
	Deux francs.	0	027	10	»
	Un franc.	0	023	5	»
	Cinquante centimes.. .	0	018	2	5000
	Vingt centimes.. . . .	0	015	1	»
4 en bronze..	Dix centimes.	0	030	10	»
	Cinq centimes.	0	025	5	»
	Deux centimes.. . . .	0	020	2	»
	Un centime.	0	015	1	»

usuel, ainsi :

Une pièce d'argent de deux fra
bronze de dix centimes pèse 1 *déc*

Quatre pièces d'argent de cinq
de bronze de dix centimes pèsent

Le système monétaire se rappo
néral des mesures, non-seulement
core par les dimensions. Ainsi on
gueur du mètre en mettant bor
même ligne droite :

1° 32 pièces de 10 francs et 8
2° 20 pièces de 2 francs et 20
3° 19 pièces de 5 francs et 11
4° 40 pièces de 5 centimes.

Il existe encore quelques autr

Argent. . . .	Trois livres.	=	2 f. 750000
	Six livres.	=	5 800000
Cuivre. . . .	Un denier.	=	0 004125
	Un sou.	=	0 049500
	Une livre.	=	0 990000

NOTE H.

Des Moulures (page 62).

Avant de s'occuper du tracé de moulures, il convient d'expliquer ce que l'on entend, en architecture, par le mot *Ordre*.

On appelle ordre d'architecture un arrangement régulier de parties saillantes qui servent à la décoration d'un édifice. Les diverses parties qui constituent un ordre sont tellement combinées et proportionnées entre elles que le moindre dérangement dans leur ensemble produirait le plus mauvais effet.

On distingue cinq ordres d'architecture :

Le *Dorique grec*, appelé aussi ordre de Pœstum,
Le *Toscan*,
Le *Dorique romain*,
L'*Ionique*,
Le *Corinthien*.

Le toscan et le dorique nous viennent des Romains, les trois autres sont d'origine grecque.

L'ordre toscan est le plus simple de tous; c'est un ordre massif et sévère qui n'admet aucun ornement et dont les colonnes ne portent jamais de cannelures.

Le dorique grec se distingue ainsi que le dorique ro-

main par les triglyphes qui ornent sa frise et par les cannelures à vive arête de ses colonnes.

L'ionique, d'une proportion très-élégante, se reconnait aux volutes qui ornent son chapiteau.

Le corinthien est le plus riche et le plus majestueux de tous. Son chapiteau est décoré de feuilles d'acanthe et de huit volutes qui en supportent le tailloir.

Un ordre complet est toujours formé d'un piédestal, d'une colonne et d'un entablement, fig. 253.

Le piédestal se compose d'un base, d'un dé et d'une corniche ; c'est la partie inférieure de l'ordre.

La colonne comprend une base, un fût et un chapiteau; elle repose sur le piédestal. La colonne est cylindrique jusqu'au tiers de sa hauteur; à partir de ce point elle diminue en s'élevant de un sixième de son diamètre. Elle supporte l'entablement.

L'entablement se compose d'une architrave, d'une frise et d'une corniche; c'est la partie la plus saillante d'un ordre.

Les dimensions des différents ordres sont réglées ainsi qu'il suit :

Hauteur de la colonne, base et chapiteau compris :

Pour le Dorique grec...	6 fois	son plus grand diamètre.
Pour le Toscan........	7 fois	
Pour le Dorique romain.	8 fois	
Pour l'Ionique.........	9 fois	
Pour le Corinthien.....	10 fois	

Hauteur totale du piédestal.....	un tiers de la hauteur de la colonne.
Hauteur de l'entablement.......	un quart de la même hauteur.

Le rayon de la partie inférieure de la colonne donne *le module*, mesure qui sert à établir les proportions de toutes les parties d'un ordre.

Le module se divise en 12 minutes pour les ordres toscan et dorique et en 18 pour les ordres ionique et corinthien.

Les diverses parties dont se composent le piédestal, la colonne et l'entablement, se subdivisent encore en plusieurs autres auxquelles on a donné différentes formes géométriques et que l'on nomme *moulures*. On en distingue de carrées, de rondes et de composées.

Les moulures carrées sont :

Le listel, *le larmier* et *la platebande* ;

Les moulures rondes sont :

Le congé, *la baguette*, *le tore*. *le cavet*, *le quart de rond*, *la gorge* et *les cannelures* ;

Les moulures composées sont :

Le talon droit, *le talon renversé*, *la doucine* et *la scotie*.

Le listel, fig. 254, n'est autre chose qu'une petite bandelette dont la saillie égale la hauteur.

Le larmier, fig. 255, est une moulure large et saillante, creusée ordinairement en dessous, que l'on place dans l'entablement et dont la destination est de préserver les murs de l'édifice des eaux pluviales.

La platebande, comme son nom l'indique est une moulure large et plate, sa saillie est peu considérable, fig. 256.

Le congé, fig. 257, est un quart de circonférence qui

déterminée par une demi-circonf
rayon la moitié de la hauteur.

Le tore, fig. 259, est une moulur
dinairement au bas de toutes les colo
le même que celui de la baguette.

Le cavet, fig. 260, et le quart de r
soient droits ou renversés, sont de
saillie égale la hauteur. Ils sont
quart de circonférence dont leur
rayon.

La gorge, fig. 262, est une mo
ronde, dont la profondeur égale la
Les cannelures destinées à orne
sont ordinairement au nombre de
cannelures de l'ordre dorique sont
cent comme l'indique la figure 26

ui déterminent la saillie, on partage cette diagonale deux, on fait des sections opposées comme si l'on oulait former des triangles équilatéraux et la troisième artie d'arc décrite des points de section forme la moure, fig. 266.

La doucine, fig. 267, est une moulure semblable au lon, mais disposée en sens inverse. Le profil des dounes varie beaucoup, leur saillie étant déterminée par s circonstances. L'inspection de la figure 268 indique manière de les tracer.

La scotie est une moulure employée dans la base des olonnes ioniques et corinthiennes : elle est formée de lusieurs arcs de cercle dont le goût du dessinateur détermine les centres de manière à lui donner une courbure agréable, fig. 269 et 270.

Scotie 1 et 1'. *c* centre du 1er arc de cercle de 90° yant pour rayon un tiers de la hauteur totale de la moulure. Il est placé sur la verticale qui détermine la aillie de la base supérieure de la scotie. *c'* centre u 2e arc, de 30°, et dont le rayon est au rayon du pre ier arc : : 3 : 4. *c''* centre du premier arc, de 30°, et ont le rayon est au rayon du second arc : : 3 : 2. *c'''* entre du 4e arc, de 30°, et dont le rayon est déterminé ar le prolongement du rayon du 3e arc jusqu'à sa renontre avec la perpendiculaire qui détermine la saillie le la base inférieure de la scotie.

Scotie 2. *c* centre du premier arc de 90° dont le ayon est 2/5 de la hauteur totale de la moulure. *c* entre du second arc de 90° comme le premier et dont e rayon est 3/5 de la hauteur totale.

Quels que soient du reste la saillie de la scotie et le nom-

On entend par *engrenages* un
la circonférence desquelles on a
lièrement espacées à l'aide des
imprimé à l'une de ces roues se
avec lesquelles elle se trouve im

Les roues d'engrenage sont
lindriques quand les axes qui le
elles sont appelées *roues d'an*
leurs axes font entre eux un an

En faisant tourner sans gli
l'un sur l'autre, chaque poin
l'un vient successivement coï
de la circonférence de l'autre,
a une circonférence double d
nier fera deux tours pendant c
Il en est de même pour deu
ble. Si l'une porte 36 dents
... vitesse double de la pre

port de grandeur des roues en contact, cette courbure doit, pour la marche régulière des roues, être déterminée par la connaissance du tracé de diverses courbes qui sont : *la cycloïde, la développante du cercle et l'épicycloïde.*

Tracé de la Cycloïde.

Cette courbe est décrite par un point quelconque de la circonférence d'un cercle assujetti à rouler, sans glissement, sur une ligne droite.

Soit ab, fig. 271, le rayon d'un cercle primitif tangent au point c sur la ligne de. Pour déterminer la courbe produite par le point c dans le mouvement de rotation du cercle ac sur cette ligne, divisez la circonférence $afch$ en un nombre quelconque de parties égales, en ayant égard cependant à ce que les points de division soient assez rapprochés pour que les arcs compris entre ces points diffèrent très-peu d'une ligne droite. Portez sur de, à partir du point c un nombre égal des mêmes parties. Menez bi parallèle à de et par les points de division c^1, c^2, c^3, c^4, etc., élevez les perpendiculaires $c^1 b^1$, $c^2 b^2$, $c^3 b^3$, $c^4 b^4$, la rencontre de ces perpendiculaires avec la parallèle bi déterminera les positions successives du centre b. De ces points de centre et avec un rayon égal à ab décrivez les arcs $c^1 1'$, $c^2 2'$, $c^3 3'$, etc., et par les points de division 1, 2, 3, 4, etc., du cercle primitif menez des parallèles à de; l'intersection de ces parallèles avec les arcs $c^1 1'$, $c^2 2'$, $c^3 3'$ déterminera autant de points appartenant à la cycloïde dont le demi-grand axe ck sera égal au développement de la demi-

Cette courbe est décrite par l'e
a, fig. 272, que l'on déroule de
d'un cercle *b*.

Pour la construire, divisez à
conférence en parties égales as
puisse les considérer comme de
points de division 1, 2, 3, 4, etc
l'extrémité desquels vous élève
tangentes au cercle. Sur la pr
11', si vous portez le dévelop
point 1' sera un point de la d
de même sur la tangente 22' l
2*a*, on aura un second point d

Cette courbe est employée
grenages pour la forme à don

rayon du cercle générateur. Pour déterminer la courbe produite par le point *b*, dans le mouvement du cercle *cbd*, sur le cercle fixe *abe*, divisez la circonférence du cercle générateur en parties égales 1, 2, 3, 4, 5, etc.; portez sur le cercle *abe*, à partir du point *b*, un nombre égal de ces mêmes parties b^1, b^2, b^3, etc.; par ces points de division menez les rayons ab^1, ab^2, ab^3, etc., que vous prolongerez jusqu'à la rencontre d'une circonférence tracée avec un rayon égal à *ac*; les points c^1, c^2, c^3, c^4, etc., seront les centres que le cercle générateur occupera successivement dans son mouvement de rotation. Maintenant, par les points de division du même cercle 1, 2, 3, etc., et du point *a* pour centre décrivez les arcs 11', 22', 33', etc., l'intersection de ces arcs avec ceux décrits des points c^1, c^2, c^3, etc., déterminera autant de points appartenant à l'épicycloïde.

L'épicycloïde ainsi déterminée est la courbe qu'il convient de donner aux dents de deux roues qui engrènent l'une sur l'autre.

Il ne faut pas croire que ces courbes tout entières doivent être employées à former la partie des dents qui se trouve en dehors du cercle primitif. On ne prend de ces courbes qu'une partie à leur naissance équivalente ordinairement aux deux tiers de l'espace existant entre deux dents consécutives.

Tracé pratique d'une roue d'engrenage

Soit *ab*, fig. 274, le rayon du cercle primitif égal à 0m.15, et 30 le nombre de dents que doit présenter la roue.

parties, dont cinq seront prises p
des dents et quatre pour leur hau
cercle primitif. On décrira ensuite,
gg', hh', qui limitent le creux et le
puis des centres i, i, pris sur le cerc
un rayon égal à la largeur d'une d
creux, on décrira deux demi-circonfé
cordent de chaque côté tangentiellem
et forment les côtés de la dent. On r
ration sur tout le pourtour de la roue
à tracer que la circonférence hk', q
de la jante de la roue. Quant aux ra
m, la figure dessinée en grandeur
assez quelle est la forme qu'il convi

Il est essentiel d'observer qu'en
des creux doit surpasser celle des
environ, pour que l'engrenage se

NOTE K.

Notions de lavis. (Page 91.)

Laver, c'est ombrer un dessin par le moyen d'une ule couleur délayée à l'eau; ainsi le travail fait à ıncre de la Chine ou à la sépia est un *lavis*. Le même 'océdé, lorsqu'on fait usage de plusieurs couleurs 'end le nom d'*aquarelle*.

Dans le genre de dessin qui nous occupe, le lavis oit se borner à distinguer par des teintes plates, dans s plans et dans les coupes, les pleins des vides, les ırties coupées par un plan de celles qui ne sont que rojetées sur ce même plan; enfin, à indiquer par des ouleurs différentes, selon leur nature, les divers matériaux qui entrent dans la construction de l'objet reprèsenté.

Les opérations du lavis se font ordinairement avec eux pinceaux montés sur une même hampe. Les différentes qualités des pinceaux que l'on trouve dans le ommerce exigent un choix; les plus gros doivent être référés. Pour juger de la qualité d'un pinceau, on le ıouille et après en avoir dégagé l'eau, en l'appuyant ır le bord du verre, on peut voir s'il fait bien la pointe; ette partie doit résister et se redresser après avoir été liée. Si la pointe reste courbe ou se divise, le pinceau doit être rejeté comme de mauvaise qualité.

Des deux pinceaux que l'on emploie, celui qui fait le nieux la pointe sert à mettre les teintes colorées, et 'autre, toujours trempé d'eau, sert au besoin à les ıdoucir.

La préparation des couleurs exige...
cautions : Quand on ne veut qu'une tei
la faire au moyen d'un mauvais pince
à chaque instant dans le godet où l'on
l'on veut convertir en couleur ; on pas
pinceau sur le bâton d'encre de Chin
gomme-gutte, etc., qui convient à la
jusqu'à ce que l'on ait coloré l'eau d
convenable.

Quand on veut une teinte forte, on
dans un godet bien uni et convenablem
jusqu'à ce que cette eau ait pris une
tense. On laisse ensuite l'eau en repos
en faire usage, on en approche douc
préalablement mouillé, et ensuite ess
certaine partie du liquide et cette pa
bien claire, donne une teinte pure pl
suivant la quantité d'eau qui y est aj

Le principe le plus important du l

ɔplique le pinceau en commençant, donne pres-
ɔurs une tache; ensuite, on remarquera que
s fois que l'on abandonne une partie, soit pour
e de la couleur, soit pour aller continuer une
rtie dont les bords commencent à sécher, il se
autre tache à l'endroit où finit la teinte aban-
Enfin, on verra en opérant qu'il faut toujours
e la même quantité de couleur avec le pinceau
la couleur dépose, il faut toujours la remuer
rendre à chaque fois la même quantité du dé-
e jamais enfoncer le pinceau jusqu'au fond du
ur ne prendre toujours que la partie supérieure
lu liquide.
éussir le mieux possible, on met souvent avec
u à l'eau une couche d'eau sur le papier, et al-
ment on prolonge la couche d'eau et la teinte,
re que cette dernière ne soit jamais appliquée
ipier sec.
ninue encore les difficultés en tenant la ta-
r laquelle est collé le papier, assez fortement
alors on opère avec un pinceau surchargé de
de manière que la partie inférieure de la teinte
e forme toujours une espèce de bourrelet li-
e l'on abaisse peu à peu et qui est toujours
pli pour que ses bords sèchent avant que le
revienne.
ande teinte plate un peu intense ne doit d'ail-
être faite en une seule fois; on met d'abord
pier une première teinte très-faible, puis une
einte, puis une troisième, et pour chaque teinte
l que la précédente soit parfaitement sèche.

parties très-étroites, il fau
parties avec la pointe du pinceau,
et ne peut se faire promptemen
sèche dans un endroit quand on tr
on se hâte pour obvier à cet inco
que toujours on dépasse le cadre
qu'on appelle des *baboches*. Il fa
de l'habitude, de bons pinceau
nateur, en travaillant, les tienne
pendiculaires au dessin. Sans ce
se courbe, elle fait des traits tro
donnés sont mal suivis.

Pour adoucir une teinte il
changeant de pinceau les teintes
ce changement se fasse vite.
ceau à l'eau ne soit pas trop ch
qu'il dépose abondamment va
à adoucir et y fait de grand
désagréable. D'un autre côté
qu'il doit ad

on frottera, mais avec plus d'eau dans l'éponge, :e déjà humectée, alors la teinte disparaîtra. Il ;nsuite de laver rapidement à grande eau et de sécher pour être à même de recommencer. Mais beaucoup d'adresse dans les opérations de ce , et le papier pour résister, doit être fort et bien Si le papier avait beaucoup souffert dans l'opé- , alors, pour qu'il ne boive pas, on le recouvrirait couche d'eau fortement saturée d'alun, et on rait à l'eau pure les extrémités de cette teinte, de qu'elle se fonde sans discontinuité avec le reste sin.

nd le dessin sera entièrement lavé, on mettra ıps de force et on écrira les cotes qui, surtout à l'encre rouge, s'effaceraient en partie pendant ıtion du lavis.

ITES CONVENTIONNELLES EMPLOYÉES DANS LES CONSTRUCTIONS CIVILES.

Maçonneries en plan.

rages projetés, — *en rose;* carmin;
rages exécutés, — *en noir;* encre de la Chine;
rages à démolir, — *en jaune;* gomme-gutte.

'on présente les plans des divers étages d'un bâ- , le plan du rez-de-chaussée sera plus foncé que lu premier étage; celui du premier plus foncé elui du deuxième, c'est-à-dire que la teinte di- ra d'intensité à mesure que les plans s'élèveront sus du sol.

Maçonneries en coupe.

Les parties coupées seront indiquées par une teinte *rose* moins foncée que pour les plans. Si une coupe présente des matériaux de différent volume, la pierre de taille sera plus foncée que le moellon.

Maçonneries en élévation.

Ces maçonneries seront teintées suivant la nature des matériaux qui les composent :

Granit — *gris bleu* ou *rougeâtre* selon sa nature; encre de la Chine, un peu de bleu ou de vermillon;

Calcaire — *jaunâtre*; gomme-gutte, un peu de carmin et d'encre de la Chine;

Schiste — *Teinte verdâtre;* encre de la Chine, bleu, gomme-gutte;

Brique — *teinte rougeâtre;* terre d'ombre et vermillon;

Les toits seront indiqués par une teinte *gris-bleu* pour l'ardoise; *rougeâtre* pour les tuiles; *jaunâtre* pour les chaumes;

Les bois seront indiqués par une teinte de *bistre* ou composée de carmin, de gomme-gutte et d'un peu d'encre;

Les fers, par une teinte bleue pâle salie d'un peu d'encre;

Les fontes de fer, par une teinte analogue mêlée d'un peu de carmin;

Les cuivres, par une teinte jaune;

Les bronzes, par une teinte jaune mêlée d'un peu de carmin.

Les parties en coupe des bois ou des métaux devront être teintées plus fortement que les parties en élévation; elles devront en outre être indiquées par de petites hachures parallèles inclinées à 45°.

Les eaux seront indiquées par une teinte légère de bleu pur, que l'on renforcera vers les bords avec une teinte bleue plus foncée adoucie vers le milieu;

Les eaux de la mer devront présenter une teinte légèrement verdâtre;

Les puits, *citernes* et *étangs* seront ondulés horizontalement, plus fort du côté de l'ombre et légèrement du côté du jour, par de petites touches bleues;

Les terres seront lavées en brun;

Les sables en aurore;

Les vases en brun avec quelques tons de bleu.

Nous pensons qu'à l'aide de cette note, les jeunes gens intelligents et laborieux pourront s'exercer avec quelque succès : l'habitude du travail et un fréquent exercice leur donneront bientôt la promptitude d'exécution et la facilité, qui doivent entrer pour beaucoup dans le mérite des essais dans lesquels cette note a pour but de les guider.

occasion de parler de l'hélice, j
devoir indiquer la construction de ce
l'emploi fréquent que l'on en fait da
civiles.

L'hélice est une courbe décrite
275, qui tourne autour d'un cylind
gulièrement à chaque révolution d'u
a a', *a' b*, que l'on nomme le pas de

Si l'on développe la surface du
devient sur ce développement une

Construction et application

Soit ***a b c d*** la projection verticale
sa projection horizontale.

On divisera la circonférence de l
quelconque de parties égales 1, 2
partagera le pas *a a'* de l'hélice en

vis. — Si au lieu de faire tourner un seul point d'un cylindre, on y fait tourner une figure plane nque, un triangle ou un carré, par exemple, on lrera une surface qui présentera alternativement ıx et un relief.

donne le nom de *filet* au relief en hélice formé du cylindre par le triangle ou le carré générateur. surfaces présentant alternativement un relief et ux héliçoïdal prennent le nom de *vis;* elles sont is à filets triangulaires, lorsque la surface géné- est un triangle, et vis à filets carrés, lorsque ırface est un carré.

ı lieu de tourner sur une surface cylindrique con- e triangle ou le carré générateur tourne sur une : cylindrique concave, la vis qui en résulte prend *d'écrou.*

vis à filets triangulaires sont ordinairement fai- ois, celles à filets carrés sont exécutées en métal. rnières sont moins sujettes au frottement, résis- ieux aux efforts qu'elles ont à supporter et du- us longtemps.

ıppelle *filière* l'outil à l'aide duquel on construit , et *taraud* celui à l'aide duquel on construit les .

: tracer la vis à filets triangulaires, fig. 276, vous :z les circonférences *a b*, *c d* déterminant la pro- horizontale de filet *e f g*. Vous diviserez ces cir- ›nces en un nombre quelconque de parties égales, ›ar exemple, L'espace *i h* qui est la hauteur du divisera également en 16 parties égales. L'inter- des lignes 1, 1', 2, 2', 3, 3', 4, 4', etc., déterminent

figure 277.

La vis à filets carrés se construit
logue en déterminant les quatre hé
les angles du carré générateur *a b*
son mouvement ascensionnel autour

Quand une vis à filets carrés est d
on la figure à l'aide de lignes droite
que la figure 279.

On trouvera peut-être que j'ai
planches que ne devrait pas comport
mentaire que celui que j'ai essay
comme je crois qu'on ne peut jamais
nette des principes géométriques
résultent, j'ai préféré augmenter le
que de les surcharger de détails qui

TABLE
DES MATIÈRES.

Pages.

PREMIÈRE PARTIE.

NOTIONS ÉLÉMENTAIRES DE GÉOMÉTRIE.

CHAPITRE PREMIER.

DÉFINITIONS GÉNÉRALES.

SECTION Ire.

DU POINT.

SECTION II.

DES LIGNES.

§ 1. DES LIGNES DROITES.

SECTION III.

DES ANGLES.

SECTION IV.

DES SURFACES.

§ 1. DES TRIANGLES.

§ 2. DES QUADRILATÈRES.

§ 3. DES POLYGONES.

§ 4. DU CERCLE.

SECTION V.

DES PLANS.

SECTION VI.

DE LA REPRÉSENTATION DES OBJETS.

SECTION VII.

DES CORPS OU SOLIDES.

§ 1. DES PRISMES.

§ 2. DES PYRAMIDES.

§ 3. DU CYLINDRE.

§ 4. DU CÔNE.

§ 5. DE LA SPHÈRE.

SECTION VIII.

DES MESURES.

§ 1. DE LA MESURE DES LIGNES.

§ 3. DE LA MESURE DES...

CHAPITRE II.

SOLUTION DE DIVERS PROBLÈMES DE GÉOMÉTRIE.

SECTION Ire.

CONSTRUCTION ET DIVISION DES LIGNES.

SECTION II.

CONSTRUCTION ET DIVISION DES ANGLES.

SECTION III.

RACCORDEMENT DES LIGNES.

SECTION IV.

DIVISION DE LA CIRCONFÉRENCE.

SECTION V.

CONSTRUCTION DES POLYGONES.

SECTION VI.

DIVISION ET TRANSFORMATION DES I

SECONDE PARTIE.

ÉLÉMENTS DE DESSIN LINÉAIRE.

CHAPITRE PREMIER.

RIPTION DES INSTRUMENTS; CHOIX DES FOURNITURES DES OPÉRATIONS PRATIQUES.

SECTION Ire.

USTENSILES ET INSTRUMENTS DU DESSINATEUR.

SECTION II.

FOURNITURES USUELLES.

SECTION III.

OPÉRATIONS PRATIQUES.

[illegible]

CHAPITRE II.

[illegible]

SECTION I.

[illegible]

SECTION II.

EXÉCUTION DES DESSINS.

§ I. COPIER UN MODÈLE DONNÉ.

[illegible]

NOTES ADDITIONNELLES.







